This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

J.C. Brauner
Cata.

Programm

der

Realschule I. Ordnung

im

Waisenhause zu Halle

für

das Schuljahr 1878—1879

vom

Director Dr. **Schrader**,
Inspector der Realschule.

I. Theil:
Ueber ehemalige Strandlinien in anstehendem Fels in Norwegen. Von Dr. R. Lehmann.

Halle,
Druck der Buchdruckerei des Waisenhauses.
1879.

Wa

1879. Progr. Nr. 222.

551.36
L523m

675566

STANFORD LIBRARY

Ueber ehemalige Strandlinien in anstehendem Fels in Norwegen.[1]

Unter dem Namen „alte Strandlinien" (gamle Strandlinier) versteht man in Norwegen die horizontalen Einschnitte an den Felsabhängen der Küsten, welche sich, wenn gut erhalten, wie Wege ausnehmen, die man durch Einsprengung in die Felswand angelegt hat. Man unterscheidet sie durch diesen Namen von den „Terrassen," Aufschüttungen losen Materials mit nahezu horizontaler, genau genommen ein wenig seewärts geneigter Oberfläche, welche sich, oft mehrfach übereinander, meist in den Ausgängen der Thäler finden und an ihren unteren Enden plötzlich unter Winkeln von etwa 25 bis 30° abfallen. Letztere finden sich wohl in allen Thälern Norwegens — hier und da auch abseits der Thalmündungen an den Küsten — und die darin vielfach gefundenen Conchylien erwiesen sie unzweideutig als Spuren von der jüngsten geologischen Vergangenheit angehörigen höheren Meeresständen. Dagegen sind die „Strandlinien" im südlichen Theile des Landes nur spärlich gefunden worden, häufen sich indeß im nördlichen und treten dort in augenscheinliche Beziehung zu den „Terrassen." Ueber sie ist die Debatte viel später in Fluß gekommen und gehen die Meinungen der einheimischen Forscher zur Zeit noch weit auseinander. Es ist die Aufgabe der folgenden Zeilen, den gegenwärtigen Stand dieser Frage näher darzulegen und nach Kräften auch ein wenig zu beleuchten. Wir beginnen mit einem Ueberblick über die Geschichte der bisherigen Forschungen, so jedoch, daß wir jede Kritik auf die specielle Erörterung weiter unten versparen.

Schon im vorigen Jahrhundert wurde — namentlich durch Celsius — die Aufmerksamkeit der Gelehrten auf die mancherlei Erscheinungen gelenkt, welche ein Aufsteigen des größten Theils von Skandinavien, oder, wie man damals sagte, ein Sinken des Meeres bezeugen.[2] Das Emporsteigen vorher meerbedeckter Klippen, das Vorrücken des Landes auf Kosten der See, das Landeinwärtsrücken ehemaliger Hafenplätze u. s. w. — dies alles mußte an den im allgemeinen niedrigeren und flacheren Küsten Schwedens am augenfälligsten werden, und so war es zunächst Schweden, an welchem dieses neue geologische Problem studirt wurde. Marine Funde weit landeinwärts ließen an der Thatsache keinen Zweifel, daß hier wirklich eine Niveauveränderung zwischen Land und Meer seit langem im Gange sei, und die

1) Die vorliegende Arbeit ist nur ein Entwurf. Die Zeit, bis zu welcher sie, um als Programmabhandlung zu dienen, nothwendigerweise fertig gestellt werden mußte, erwies sich als zu kurz, um alle Seiten des Gegenstandes so eindringlich zu erörtern, als wünschenswerth erschien. Eine etwas erweiterte Bearbeitung nebst Karte und zahlreichen Illustrationen, deren Mehrzahl von dem Chef der geologischen Landesuntersuchung von Norwegen, Herrn Professor Dr. Kjerulf, in liebenswürdigster Weise zur Verfügung gestellt wurde, ist im Werke und wird baldigst im Buchhandel erscheinen. Für mancherlei freundliche Unterstützung, welche, sei es durch Auskunft oder Führung in Norwegen selbst, sei es durch Zusendung oder Nachweisung von Literatur oder sonstigen Rath dem Verfasser zu Theil wurde, ist derselbe außer dem eben Genannten auch den Herren Zollkassirer Pettersen in Tromsö, cand. real. Langberg in Trondhjem, Oberlehrer Dietrichson in Molde, cand. real. Reusch in Christiania, Prof. Dr. Johnstrup in Kopenhagen, Prof. Dr. Freih. von Fritsch in Halle und Prof. Dr. Rütimeyer in Basel, vor allem aber Herrn Prof. Mohn in Christiania für liberalste Mittheilung einer Reihe neuer Beobachtungen zu lebhaftem Danke verpflichtet.

2) Ch. Lyell, Principles of geology. 12. edition. London 1875. II, 180 ff. — Th. Kjerulf, Nogle af Geologiens Tidmaalere. (Fra Videnskabs Verden, 1ste Raekke No. 5.) Kjöbenhavn 1874, S. 2 ff.

Erwägung, daß ja, wenn das Meer so gesunken, dies auch in den anderen Küstenländern überall merkbar sein müßte, führte schließlich auch zu der Erkenntniß, daß hier nicht eine Abnahme der See, sondern eine Hebung des Landes die Ursache sei. Einmal auf diese Dinge aufmerksam geworden, fand man auch in Norwegen die Spuren ähnlicher Vorgänge, zwar bei der Steilheit der Küsten nicht so handgreiflich und mannichfaltig als in Schweden, aber doch für den Kenner nicht minder deutlich durch die marinen Einschlüsse der Terrassen, welche bis zu ansehnlicher Höhe über dem gegenwärtigen Meeresspiegel gefunden wurden.

Der erste, welcher für Norwegen in umfassender Weise die bezüglichen Thatsachen sammelte, war Professor Keilhau in Christiania, ein Mann, der sich überhaupt um die Geologie seines Heimathlandes die größten Verdienste erworben hat. In seinem Aufsatz „Untersuchungen, in wieweit sich in Norwegen ebenso wie in Schweden Anzeichen für ein Aufsteigen des Landes in der neueren und neusten geologischen Zeit finden“ [1] ist alles vereinigt, was sich aus der vorhandenen naturwissenschaftlichen wie historischen Literatur an Mittheilungen über Veränderungen von Land und Wasser entnehmen ließ, und was er selbst durch Beobachtung an Ort und Stelle wie durch Befragung glaubwürdiger Leute festzustellen vermochte. Von alten Strandlinien in dem oben erwähnten Sinne ist dabei indeß noch wenig die Rede; nur zwei derselben finden wir dort beschrieben, die im Osterfjord nördlich von Bergen (S. 229 — 231) und die auf Andorgö (S. 250). Indem er sich nach ihrer Entstehung fragt, ist er zwar nicht zweifelhaft, daß sie nur in einer früheren Berührung mit dem Meeresspiegel gebildet sein können, und möchte bei der erstgenannten an vieljährige Bearbeitung durch am Ende jedes Winters aus dem Fjord heraustreibendes Eis denken, findet aber diese Erklärung sogleich selbst nicht genügend und bekennt eine bessere nicht zu wissen (S. 231).

Mit Keilhau's Schrift vor Augen trat kurz darauf der damalige französische Marineoffizier M. A. Bravais den Strandlinien näher.[2] Als Mitglied einer im Jahre 1838 zu wissenschaftlichen Zwecken nach dem äußersten Norden Europas entsandten Expedition hat er ein volles Jahr in der Finmark[3] verweilt und bei dieser Gelegenheit neben anderen Aufgaben, welche ihm als Physiker und Seemann zugetheilt waren, auch die sämmtlichen Spuren von Veränderungen des Meeresstandes auf der Strecke vom Südende des Altenfjord (69° 55′ n. Br.) durch den Vargsund bis nach Hammerfest (70° 39′) hin studirt. Mit einem Boote fuhr er an den Ufern entlang, und wo sich etwas Derartiges zeigte, stieg er ans Land, untersuchte das Vorkommniß näher, nahm das Profil auf und maß die Höhe über dem Meeresspiegel mit dem Barometer. Freilich bleibt zu beklagen, daß ihm die geologische Bildung fehlte; wie viel gewinnreicher müßten seine Forschungen sonst ausgefallen sein! Aber auch so sind seine Beobachtungen — worunter auch eine ziemliche Anzahl von Strandlinien — von Werth, da ein Theil

1) B. M. Keilhau, Undersögelser om hvorvidt i Norge, saaledes som i Sverrig, findes Tegn til en Fremstigning af Landjorden i den nyere og nyeste geologiske Tid. Nyt Magazin for Naturvidenskaberne, Band I, Christiania 1837, S. 105 — 254.

2) M. A. Bravais, Sur les lignes d'ancien niveau de la mer dans le Finmark. Paris 1842. (Extrait de l'ouvrage intitulé: Voyages de la commission scientifique du nord en Skandinavie, en Laponie etc.). — Man vergleiche auch Bravais' kurzen Bericht in den Comptes rendus hebdomadaires de l'académie des sciences, Paris, X, 691 f. (1840).

3) Durch die Endungen -en, -et, -ene oder -ne wird im Norwegischen der Artikel ausgedrückt, und zwar bedeutet -en das männliche und weibliche, -et das sächliche Geschlecht im Singular, -ene oder -ne für alle den Plural. Ebenso wie wir nun nicht sagen: „in la Normandie“ oder „nach la Franche-Comté,“ dürfen wir consequenter Weise auch nicht sagen „in Finmarken.“ Wenn es aber gar in unsern geographischen Büchern ganz gewöhnlich heißt: „der Glommen,“ „der Laagen,“ „der Mjösen“ u. s. w., so ist damit der Artikel geradezu doppelt gesetzt, wie wenn wir sprechen wollten: „die la Loire,“ oder die Franzosen: „le der Rhein.“ Es muß also heißen „der Laag,“ „der Glom,“ „der Mjös,“ auf unsern Karten aber kurzweg blos: „Laag,“ „Glom,“ „Mjös,“ da dieselben ja auch blos schreiben: „Rhein,“ „Oder“ u. s. w., und wie man für Norwegen auch schon immer ganz richtig ohne Artikel geschrieben hat „Tyrifjord,“ „Sognefjord“ u. s. w.

der von ihm gemessenen Linien nicht wieder untersucht worden ist, und überhaupt nur wenigen Strandlinien bisher eine solche Muße gewidmet werden konnte. Von minder bleibender Bedeutung waren seine Folgerungen. Indem er nämlich die meisten der gefundenen Terrassen und Strandlinien — natürlich alles mehr oder minder ausgedehnte Fragmente — zu zwei fortlaufenden Reihen, einer oberen und einer unteren, vereinigte und die für diese Theorie unbequemen übrigen als Reste untergeordneter Zwischenlinien betrachtete, glaubte er zwei große nordwärts geneigte und unter einander convergirende Hebungslinien zu erkennen. Diese Schlüsse erregten seiner Zeit viel Aufsehen und wurden in Folge eines Referats Elie de Beaumonts[1] auch von der Pariser Akademie der Wissenschaften approbirt.

Bekämpft wurden sie unsres Wissens zuerst von dem Schotten Robert Chambers, welcher in seinem Werke: „Ehemalige Meeresküsten" zuerst für Groß-Britannien in umfassender Weise die Merkzeichen quartärer Niveauveränderungen zusammenträgt und dann auch für die Schweiz, Skandinavien[2] und Nordamerika eine Anzahl von Materialien beibringt. Er kannte Norwegen damals noch nicht selbst und schöpfte für dasselbe fast nur aus Bravais; so würde diese Schrift hier garnicht weiter zu erwähnen gewesen sein, wenn sie nicht zugleich die Widersprüche, die Willkürlichkeiten und Unwahrscheinlichkeiten in Bravais' erwähnten Folgerungen aufdeckte.[3]

In den Jahren 1871 und 1873 veröffentlichte Professor Th. Kjerulf seine beiden für Norwegens Geologie epochemachenden Arbeiten „Ueber Scheuermarken, die Glacialformation, Terrassen und Strandlinien, sowie über die Mächtigkeit des Grundgebirges und des Sparagmitgebirges in Norwegen."[4] Hier weist er im ersten Theile (1871) in einem höchst lehrreichen Aufsatz „Ueber die Terrassen in Norwegen und deren Bedeutung für die Zeitberechnung bis zurück zur Eiszeit" unter anderem auch Bravais' convergente Hebungslinien als übereilte Verbindung unzusammengehöriger Stufen zurück (S. 50. Anm.), und im zweiten Theil (1873) beschreibt er unter Beifügung von Profil und Abbildung die durch ihn erst für die Wissenschaft entdeckten und so bedeutungsvollen Strandlinien bei Trondhjem. Er handelt dabei von den Strandlinien überhaupt (S. 89—92) und erklärt sie für eine einfache Wirkung der Meeresbrandung, hervorgebracht bei längerem Verweilen des Wasserspiegels in derselben Höhe, und erhalten, wo eben die Umstände dafür günstig waren. Denselben Gegenstand findet man ferner in seiner 1874 erschienenen Schrift: „Einige Zeitmesser der Geologie" behandelt,[5] sowie desselben auch in seinem Lehrbuch der Mineralogie und Geologie in gedrängtester Kürze gedacht ist.[6]

Die erstgenannte Arbeit Kjerulfs veranlaßte seinen Collegen Professor S. A. Sexe zu einer Universitätsabhandlung „Ueber die Hebung des Landes in Skandinavien,"[7] in welcher wesentliche Aus-

---

1) Comptes rendus XV, 817—849 (1842).

2) R. Chambers, Ancient sea-margins. Edinburgh 1848. S. 289—295.

3) Nachher ist Chambers allerdings selbst in Norwegen gewesen (vgl. Kjerulf, Die Eiszeit, in der Virchow-Holtzendorffschen Sammlung Heft 293/294, Berlin 1878, S. 56), und da muß er wohl bezüglich der Strandlinien des Altenfjord seine Anschauungen in etwas geändert haben, denn Lyell sagt in seinen Principles of geology II, 195, Anm.: M. Bravais' observations were verified in 1849 by Mr. R. Chambers in his „Tracings of N. of Europe" p. 208. Leider ist mir der betreffende Aufsatz trotz mehrfacher Bemühungen nicht zugänglich gewesen. Daß Chambers seine sehr verständigen Einwendungen gegen Bravais ganz aufgegeben haben sollte, kann ich kaum glauben.

4) Th. Kjerulf, Om Skuringsmaerker, Glacialformationen, Terrasser og Strandlinier samt om Grundfjeldets og Sparagmitfjeldets Maegtighed i Norge. I. Grundfjeldet. Universitetsprogramm for förste Halvaar 1870. Christiania 1871. 4°. II. Sparagmitfjeldet. Universitetsprogr. for andet Halvaar 1872. Christiania 1873. 4°.

5) Kjerulf, Nogle af Geologiens Tidmaalere. S. 15—19. Diese vortreffliche kleine Schrift würde, wenn leichter zugänglich, das allgemeinste Interesse erwecken. Es ist zu bedauern, daß sie noch keinen Uebersetzer gefunden hat.

6) Kjerulf, Stenriget og Fjeldlaeren. 3. omarb. Udgave. Kristiania 1878. S. 102, 280, 285.

7) S. A. Sexe, On the rise of land in Skandinavia. To accompany the „Index Scholarum" of the university for the year 1872, first season. Christiania 1872. 4.

führungen Kjerulfs über dieſen Gegenſtand angegriffen und zu widerlegen verſucht werden. Auch von den Strandlinien iſt dabei, indeß nur wenig, die Rede (S. 5 u. 6), und neue Beobachtungen darüber werden nicht beigebracht. Der Verfaſſer bemüht ſich nur zu zeigen, daß die Deutung jener Einſchnitte als Spuren ehemaliger Küſtenlinien ſehr zweifelhaft ſei, und daß, ſelbſt wenn ſie richtig wäre, daraus ein abſatzweiſes, d. h. durch Stillſtandsperioden unterbrochenes Aufſteigen der Küſten noch keineswegs ſo ohne weiteres zu entnehmen ſein würde.

Der zweitgenannten Schrift Kjerulfs („Ueber Scheuermarken u. ſ. w.," II. Theil) folgte 1874 eine zweite Sexes: „Rieſentöpfe und alte Strandlinien in feſtem Fels."[1] Hier führt er (S. 38 ff.) ſeine Bedenken weiter aus: er bezweifelt die Fähigkeit der Meeresbrandung zur Hervorbringung ſolcher Horizontalfurchen an den Uferfelſen und bekämpft nochmals die Anſicht von den Pauſen in der Hebung des Landes. Dann entwickelt er (S. 43 f.) ſeine eigene Vermuthung, daß nämlich die „Strandlinien" durch die rieſigen Gletſcher der Eiszeit, und zwar beim Heraustreten aus Fjorden, wo die Bewegung für gewöhnlich horizontal geweſen ſein müſſe, eingeſchliffen worden ſeien.

Der Gedanke, ob nicht vielleicht die doch ſonſt faſt überall in Norwegen anzutreffenden Glacialſchliffe und -Streifungen auch in den Strandlinien vorhanden ſein möchten, veranlaßte ihn, noch im Sommer deſſelben Jahres die von Keilhau beſchriebene Strandlinie im Oſterfjord näher zu unterſuchen, und ſeine Beobachtungen dort ſind in einem kurzen Aufſatze „Ueber eine alte Strandlinie in feſtem Fels" in den Verhandlungen der Geſellſchaft der Wiſſenſchaften zu Chriſtiania niedergelegt.[2] Er fand wirklich, was er ſuchte, und folgerte alſo, daß dieſe Strandlinie unmöglich nach der Eiszeit entſtanden ſein, alſo auch nicht als Beweis für eine Pauſe in der Hebung des Landes nach der Eiszeit angeſprochen werden könne.

Um zu ſehn, ob Aehnliches ſich vielleicht auch an den Strandlinien bei Trondhjem und in der weſtlichen Finmark fände, beſuchte er im Jahre 1875 auch dieſe und veröffentlichte ſeine Reſultate 1876 in einem neuen Aufſatz „Ueber einige alte Strandlinien"[3], welcher das damals eben ins Leben tretende „Archiv for Mathematik og Naturvidenskab" eröffnete. Die Trondhjemer Strandlinien werden darin ziemlich eingehend, die finmarkiſchen mehr ſummariſch beſprochen. Glacialſtreifung fand er in allen dieſen Linien nicht, doch iſt im weſentlichen ſein Standpunkt derſelbe geblieben.

In den erwähnten Schriften von 1872 und namentlich der von 1874 hatte Sexe ſich in ſeiner Beweisführung unter anderem auch darauf geſtützt, daß ja doch in dem gegenwärtigen Meeresniveau Norwegens eine jenen „alten Strandlinien" analoge Bildung bisher nicht beobachtet worden ſei. Dem ſuchte nun Hans Reuſch, jetzt Aſſiſtent bei der geologiſchen Landesunterſuchung von Norwegen, zu begegnen, indem er in den Verhandlungen der Geſellſchaft der Wiſſenſchaften zu Chriſtiania 1874 ein Vorkommniß beſchrieb, in welchem er eine ſolche in Bildung begriffene Strandlinie zu erkennen glaubte.[4] Derſelbe hat auch ſpäter auf Grund wiederholter längerer Studien an der norwegiſchen Außenküſte recht hübſche Beiträge zur Kenntniß der Meereswirkungen,[5] wie zur Beurtheilung des Grades

---

1) S. A. Sexe, Jaettegryder og gamle Strandlinier i fast Klippe. Universitetsprogramm for förste Semester 1874. Christiania 1874. 4°. Der erſte Theil, welcher von den Rieſentöpfen handelt, iſt auch in engliſcher Ueberſetzung beigegeben.

2) S. A. Sexe, Om en gammel Strandlinie i fast Klippe. Forhandlinger i Videnskabs-Selskabet i Christiania, Aar 1874. Christiania 1875. S. 185—187.

3) S. A. Sexe, Om nogle gamle Strandlinier. Archiv for Mathematik og Naturvidenskab, udgivet af S. Lie, W. Müller og G. O. Sars. Band I. Christiania 1876. S. 1—18.

4) Hans H. Reusch, En Notis til Kundskaben om Strandlinier. Christiania Vid.-Selsk. Forh., Aar 1874, S. 284 f.

5) H. Reusch, Traek af Havets Virkninger paa Norges Vestkyst. Nyt Magazin for Naturvidenskaberne, udgivet ved Th. Kjerulf, D. C. Danielssen, H. Mohn, Th. Hiortdahl. Band XXII. Christiania 1876, S. 169—244.

der Abschleifung durch die Gletscher der Eiszeit[1] geliefert, welche, wenn auch nicht unmittelbar die Strandlinien betreffend, doch zu dem hier zu Behandelnden nicht ganz außer Beziehung stehn.

Eine ganz neue Phase in unserer Kenntniß des norwegischen Strandlinienphänomens wurde durch die Beobachtungen herbeigeführt, welche der Director des meteorologischen Instituts in Christiania, Professor H. Mohn im Jahre 1875 machte. Der eigentliche Zweck seiner Reise war die Inspection der sämmtlichen meteorologischen Stationen an der Küste und in den Fjorden, und er benutzte hierzu einen Regierungsdampfer, welcher mit Mißweisungsbestimmungen und Lothungen beauftragt war. So hatte er unterweges reichliche Muße und verwendete dieselbe unter anderem auch dazu, allenthalben nach Strandlinien auszuspähen. Der Erfolg war ein ungemein reicher, und die Zahl der bekannten Vorkommnisse wurde um etwa das Siebenfache vermehrt. Sind nun auch die meisten dieser Linien nur nach ihrer Lage und der Höhe über dem Meere bestimmt, weil theils wegen der Unzugänglichkeit des Terrains, theils um die Reise nicht zu sehr aufzuhalten, eine wirkliche Besteigung und genaue örtliche Untersuchung meist nicht thunlich war, so sind doch auch das schon sehr werthvolle Ergebnisse und eine wichtige Grundlage für weitere Forschung. Wo eine solche nähere Besichtigung nicht angieng, wurde die Höhe durch Abstandsbestimmung und Winkelmessung vom Schiffe aus gefunden. Schätzung von Entfernungen war hierbei allerdings oft nicht zu entbehren, da ja doch die anderweitigen Zwecke der Fahrt ganz genaue Messungen jener meist nicht gestatteten, aber die Officiere und namentlich der Führer des Schiffes, Premierlieutenant M. Petersen, der durch langjährige Thätigkeit bei der Küstenaufnahme in solchen Dingen große Fertigkeit besaß, leisteten dabei die freundlichste und wichtigste Hülfe. In seiner Abhandlung „Beitrag zur Kenntniß alter Strandlinien in Norwegen“[2] theilt Mohn unter Beigabe einer Anzahl von Abbildungen zunächst seine Beobachtungen sämmtlich mit (S. 8—31) und sucht sodann durch Ordnung der gefundenen Höhen in gewisse Niveaustufen innerhalb fünf großer Gebiete (Bergens Stift, Trondhjems Stift, Tromsögruppe, Altengruppe, Ostfinmark-Varangerfjord) die Erscheinungen dieser Gebiete unter einander vergleichbar zu machen (S. 32—49). Schließlich zu der Entstehungsfrage übergehend ist er, wie Kjerulf, der Ansicht, daß die Strandlinien im anstehenden Fels einst im Meeresniveau gebildet und dann absatzweise gehoben wurden, führt aber andrerseits auch aus, daß bei dem Mangel bezüglicher Beobachtungen in der gegenwärtigen Berührungslinie zwischen Land und Meer in Norwegen doch der eigentliche Bildungsvorgang erst noch zu erklären sei.

Endlich hat im vorigen Jahre auch der um die Kenntniß des nördlichen Norwegens sehr verdiente Tromsöer Geologe Karl Pettersen zu dieser Frage das Wort ergriffen. Schon in verschiedenen früheren Arbeiten[3] hatte er von den quartären Bildungen innerhalb seines Forschungsberciches und von der innig damit zusammenhängenden Hebungsfrage gehandelt, ohne indeß dabei die Strandlinien im festen Gestein besonders zu berücksichtigen. Angeregt durch Mohns Beobachtungen untersuchte er nun in den Jahren 1876 und 1877 auch acht, meist der weiteren Umgebung Tromsös angehörige Strand-

---

1) H. Reusch, Jagttagelser over isskuret Fjeld og forvitret Fjeld. Christ. Vid.-Selsk. Forh. 1878, S. 1—27.

2) H. Mohn, Bidrag til Kundskaben om gamle Strandlinier i Norge. Nyt Magazin for Naturvidenskaberne, XXII, 1—53 (1876). Vgl. das Referat Nr. 187 in der Jenaer Literaturzeitung, Jahrg. 1878 Nr. 12. — Seye hat offenbar bei Ausarbeitung seiner ungefähr gleichzeitig erschienenen letzten Abhandlung Mohns Resultate noch nicht gekannt.

3) K. Pettersen, Geologiske Undersögelser i Tromsö Amt, II. Kongl. norsk Vidensk.-Selsk. Skrifter, Band VI S. 158—180. Trondhjem 1870. — Pettersen, Geologiske Undersögelser i Tromsö Amt, III: Om Kvartaertidens Dannelser. Ebendaselbst Band VII S. 103—176. Trondhjem 1872. — Pettersen, Geologiske Undersögelser inden Tromsö Amt og tilgraendsende Dele af Nordlands Amt, IV. Ebendaselbst Band VII, S. 394—399. Trondhjem 1874. — Pettersen, Arctis, et Bidrag til Belysning af Fordelingen mellem Hav og Land i den europaeiske Glacialtid. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar (1874) Band II No. 5.

linien genauer, und in einer Abhandlung „Ueber die in festem Fels ausgegrabenen Strandlinien“ [1] beschreibt er dieselben und erörtert dann eingehend die Frage nach deren Entstehung und nach den Folgerungen, welche sich aus ihnen für die Hebung des Landes ergeben. Er bekämpft, wie auch schon in seinen früheren Arbeiten, den Gedanken einer durch Ruhepausen unterbrochenen „ruckweisen“ oder „stoßweisen“ Hebung und tritt für ein langsames und in seiner Schnelligkeit gleichmäßiges Aufsteigen ein. Die Bildung der Strandlinien aber erklärt er als Scheuerwirkung schwimmenden Küsten- und Fjordeises.

In seiner neusten Abhandlung „Langsame säculare Hebung oder Senkung von Continentalmassen“ [2] ist von den Strandlinien nur in Bezug auf diese Niveauveränderungen die Rede. Bravais' oben erwähnte Schlüsse werden verworfen. Im übrigen sucht er auf Grund einiger neuer Beobachtungen in den losen Ablagerungen auf Tromsö auch hier darzuthun, daß das Aufsteigen dieser Gegenden aller Wahrscheinlichkeit nach ein langsames und stetiges war, wie er andererseits namentlich in Mohns Niveaustufen den Beweis findet, daß die Hebung der ganzen Küste von Bergen bis zur russischen Grenze mindestens durch einen großen Theil der Quartärzeit im wesentlichen vollkommen gleichartig gewesen sein müsse. Er will die Existenz wirklicher Hebungen und Senkungen von mehr localer Natur nicht leugnen, würde aber eine so weit ausgedehnte und gleichmäßige Veränderung der Lage von Land und Wasser am ehesten durch einen veränderlichen Meeresstand erklärlich finden, worüber zu entscheiden allerdings das gegenwärtig vorliegende Beobachtungsmaterial noch nicht gestatte.

Wir geben nun eine übersichtliche Zusammenstellung der mit ausreichender Sicherheit bisher constatirten Strandlinien nebst den wichtigsten über sie vorhandenen näheren Angaben. Hierbei wird in der Rubrik der Höhenverhältnisse durch einen * eine Barometermessung bezeichnet; die übrigen Höhenwerthe sind, wo nicht etwas Anderes vermerkt ist, nur in der oben S. 5 bezeichneten Weise gefunden. Grundsätzlich wurden Mittelzahlen vermieden, und nur bei Mohns Angaben über die untere Trondhjemer Linie (Nr. 18a) schien eine unbedeutende Ausnahme hiervon berechtigt. Falls also mehrere Messungen vorlagen, wurden die verschiedenen Ergebnisse einfach neben einander gestellt. Zwei Strandlinien verschiedener Niveaus an demselben Orte sind durch a und b unterschieden, so daß a stets die niedere, b die höhere bedeutet. In der folgenden Spalte sind da, wo die betreffenden Notizen aus Karten entnommen wurden, die Quellen durch Buchstaben in Klammern bezeichnet; und zwar bedeutet: H. die Karte in Hiortdahl og Irgens, Geologiske Undersögelser i Bergens Omegn, Christiania 1862 (Maßstab etwa 1 : 300000); I. die Karte in Irgens og Hiortdahl, Om de geologiske Forhold paa Kyststraekningen af Nordre Bergenhus Amt, Christiania 1864 (Maßstab etwa 1 : 375000); K. die Karte zu Kjerulf, Om Trondhjems Stifts Geologi, Christiania 1875, Maßstab 1 : 800000; O. die von der geologischen Landesuntersuchung Norwegens herausgegebene Geologisk Oversigtskart over det sydlige Norge, Christiania 1878, Maßstab 1 : 1000000; P. die zu Pettersens Geolog. Unders. i Tromsö Amt No. I, II, IV (vgl. S. 5 Anm. 3) gehörigen drei Karten, von denen die den südlichen Theil darstellende im Maßstabe von 1 : 600000, die beiden andern, deswegen durch einen * besonders gekennzeichnet, im Maßstabe von 1 : 200000 ausgeführt sind. Ein † in der letzten Spalte endlich soll eine briefliche Mittheilung des Herrn Prof. Mohn, die Namen Mohn, Sexe, Pettersen mit bloßer Seitenzahl die resp. S. 5 Anm. 2, S. 4 Anm. 3, S. 6 Anm. 1 genannten Aufsätze bedeuten.

---

1) K. Pettersen, Om de i fast Berg udgravede Strandlinier. Archiv for Mathematik og Naturvidenskab III, 182—223. Christiania 1878.

2) K. Pettersen, Continentalmassers langsomme seculare Stigning eller Saenkning. Tromsö Museums Aarshefter, I. Tromsö 1878. S. 66—76. — Einen neuen Aufsatz Pettersens, betitelt; „Terrassenbildungen und alte Strandlinien“ (Terrassedannelser og gamle Strandlinier), soll nach einer Ankündigung im Schlußheft des Jahrgangs 1878 des Arch. f. Math. og Naturv. das nächste Heft dieser Zeitschrift bringen.

	Lage.	Geograph. Breite. Grade	Minuten.	Ungefähre Längenausdehnung in Kilometern.	Höhe über dem Meere in Metern.	Gesteinsbeschaffenheit und -Lagerung.	Bemerkungen.	Beobachtet resp. beschrieben von:
1	Skonevik, Südostseite des Skonevikfjord.	59	44	—	—	—	genaue Lage nicht angegeben.	Tornöe †
2	Nordspitze von Stordö.	59	57	—	49	Saussurit-Gabbro (O)	Höhenmessung sehr unsicher.	Mohn †
3	Zwischen den Gaarden Bedvik und Ruglebarm, Ostseite des Hardangerfjord (südl. v. Varaldsö).	60	1	3,4	85,3	Granit (O.)	—	Mohn S. 8.
4	Zwischen Aarsnes und Svoldal, 3 Kilom. nordnordöstlich von Nr. 3.	60	3	4	90,4	Granit (O.)	—	Mohn S. 8.
5	Zwischen Kvarven und Gravdal, Südseite des Byfjord, westl. v. Bergen.	60	24	—	42	Gneis-Granit resp. Granit (H.)	—	Mohn S. 8. 9.
6	Südlich von Erdal, Ostseite von Askö, nordwestlich von Bergen.	60	26	—	40,2	Gneis-Granit resp. Granit (H.)	—	Mohn S. 8.
7	Bei Stensnes und Melkeraa, Ostseite des Byfjord, nordnordwestlich von Bergen.	60	29	2,8	b = 40,2. a = halbe Höhe.	Gneis-Granit resp. Granit (H.)	—	Mohn S. 8.
8	Bei Dybdal und Mundal, Nordwestseite des Osterfjord, nördlich von Bergen.	60	34	6 (Kjerulf)	Keilhau mit Heberbarometer 42,2. C. Boeck (sein Reisegefährte) mit Kapselbarometer 44,6.	Gneis, 40° und darüber gegen Nordost geneigt (Keilhau).	Sexe fand 1874 Glacialstreifung in der Strandlinie, jedoch etwas nach dem Ausgang des Fjordes zu geneigt.	Keilhau, Undersögelser S. 229-231; Kjerulf, Om Skuringsmaerker II, 91, Geol. Tidmaalere S. 16, (auch Stenriget S. 280); Sexe, Jaettegryder S. 43 f., Christ. Vid.-Selsk. Forh. 1874 S. 185 ff., Archiv for Mathem. og Naturv. 1876 S. 1.
9	Gleich östlich der Kirche von Vilnes, Südseite von Ålesö.	61	19	2,8	18,2	Glimmerschiefer, nach Norden einfallend (I.)	—	Mohn S. 9.
10	Im Sunelvfjord.	62	ca. 14	—	—	Grundgebirge (O.)	genaue Lage nicht angegeben.	Kjerulf, Stenriget S. 285.
11	Ostseite von Valderö, nördlich von Aalesund.	62	ca. 31	—	—	—	2 Linien m. Terrassen.	Mohn †
12	„Festland nördlich von Lepsö" (östlich?), nordnordöstlich von Aalesund.	62	ca. 36	—	—	Grundgebirge (O.)	die Linie liegt an der Grenze d. Berge gegen das Unterland.	Mohn †
13	Südseite des Mifjord, zu beiden Seiten des Bestrefjord.	62	38	—	32	Grundgebirge (O.)	scharf ausgeprägt; läßt sich auch südwärts in anscheinend derselben Höhe weiter verfolgen.	Officiere des Dampfers „Hansteen" 1876. †
14	Bei Gangstad und Ramsvik, Südseite von Mien, gegenüber Nr. 13.	62	39½	—	29	Grundgebirge (O.)	—	Dieselben. †
15	Im Romsdalsfjord. Kjerulf, Stenriget, S. 285. Genaueres über die Lage u. s. w. ist daselbst nicht angegeben. — Auch Oberlehrer Dietrichson in Molde glaubt auf Otterö und Säkten sowie auf der Molde gegenüberliegenden Seite des Fjordes Stücke von Strandlinien zu sehen, welche in ihrer Höhe anscheinend mit dem etwa 25—28 m hohen Felsabsatz über Molde correspondiren. Eine genauere Untersuchung soll in diesem Sommer erfolgen (briefl. Mittheil. des Hrn. Dietrichson).							

Fortlauf. Nr.	Lage.	Geograph. Breite. Grade	Minuten.	Ungefähre Längenausdehnung in Kilometern.	Höhe über dem Meere in Metern.	Gesteinsbeschaffenheit und -Lagerung.	Bemerkungen.	Beobacht resp. beschr von:
16	Im Isfjord, gegenüber Aandalsnes (Romsdal).	62	ca. 34	—	—	Grundgebirge (O.)	—	Kjerulf, Ste S. 285.
17	Nordwestseite von Fredö, südlich von Christianfund.	63	5	5,6	Mohn 1875: 63; 63,7; 64,6. Derselbe 1876 mit Aneroid: 66	Granit (O.)	Mohn S. 10 Anm. erwähnt, daß Adjunct Larsen 1874 mittels	Mohn S. 9 f brieftl. Mitthe
					Nivellements die Höhe auf 75,3m (240 norw. Fuß) bestimmte. sichts der guten Uebereinstimmung von Mohns Messungen muß hier entw. an einen Fehler oder an eine zweite Strandlinie d			
18	Ueber Ilsviken, unmittelbar westlich von Trondhjem.	63	26	1,1	Kjerulf mit Barometer: a=145, b=162. Mohn dito: a = 160,7 b = 178,5. Sexe d. Nivellem.: a = 155,6 b = 167,6.	im Süden Trondhjems-Schiefer, ganz schwach geneigt, im Norden Protogin-Granit (Kjerulf).	b minder deutlich, a meist scharf ausgeprägt. Stellenweise ist die horizontale Grundfläche von a bis 25 Schritt breit.	Kjerulf, Om II, 91f., Geol. S. 16 f. (Sten S. 285); Mohn 10-13; Sexe, for Math. og turv. 1876 S. Pettersen, ebe selbst 1878 S.
19	Ostseite des Slenglikam, über Tenaldsbugt, Nordostseite d. äußern Theiles des Trondhjemsfjordes.	63	ca. 30	0,6	131,8	—	liegt im Walde.	Mohn S. 1
20	Nördlich von Lensvik, gegenüber Ritsen, auf der andern Seite des Fjordes.	63	ca. 33	0,6	133	Grundgebirge (K.)	liegt im Walde. Höhenmessung etwas unsicher. Eine anscheinend corresp. Linie wurde 1873 von stud. real. Hornemann auch auf der gegenüberliegenden Seite gesehen.	Mohn S. 13 f. (Kjerulf. Stenri S. 285.)
21	Südseite von Lekö.	65	ca. 3	—	106,7	Serpentin (O.)	ist im Observ.-Buch als „nicht sicher" bezeichnet, stimmt aber vortrefflich mit Nr. 22.	Mohn S. 14.
22	Nordseite v. Lekö, namentl. gegen das offene Meer hin.	65	ca. 8	8,4	107	Serpentin (O.)	—	Mohn S. 14
23	Westlich vom Gaard Malm, Nordwestseite des Urfjord.	65	ca. 20	1,4	31,2 über dem gewöhnl. Fluthstande (Barometermessung).	—	einzelne Spuren von 2 höheren Linien vorhanden, jede etwa 10m höher.	Lieut. Flood. †
24	Beim Gaard Olderbakken, Südostseite des Urfjord.	65	ca. 19	0,7	anscheinend wie Nr. 23.	—	—	Lieut. Flood. †
25	Oestlich vom Gaard Bö, am Trälnesfjord.	65	ca. 21	—	dieselbe Höhe wie Nr. 23.	—	—	Lieut. Flood. †
26	Südwestlich von Bö bei der Bil-Kirche vorbei.	65	ca. 19	2	a vermuthl. wie Nr. 23, b etwa 10m höher.	—	doppelte Strandlinie längs beider Thalwände.	Lieut. Flood. †
27	Südostseite der Insel Torget, breite horizontale Grundfläche des Torghatfelsens.	65	24	2,8	108,9	Granit.	1877 fand Mohn „Steinwälle mit horizontaler Oberfläche in den engen Thälern,	Mohn S. 15 m Christ. Vid.-Selsk. Forh. 1870 S. 443 ff.
							welche zu dem östlichen Ende der Höhle hinaufführen, in folgen den mit Aneroid bestimmten Höhen: 28m, 60m, 64m, 106m." †	

Fortlauf. Nr.	Lage.	Geograph. Breite. Grade	Minuten.	Ungefähre Längenausdehnung in Kilometern.	Höhe über dem Meere in Metern.	Gesteinsbeschaffenheit und -Lagerung.	Bemerkungen.	Beobachtet resp. beschrieben von:
28	Ostseite von Tommenö (Tombö) gegenüber Hannes.	66	ca. 14	2,8	94,4	—	eine Linie in gleicher Höhe scheint im Südosten auf Huglen über dem Gaard gleiches Namens vorhanden zu sein, ist aber sehr wenig deutlich.	Mohn S. 15 f.
29	Nordseite von Godö am Saltenfjord.	67	ca. 15	—	18,5	—	—	Mohn. †
30	Ueber Arnes, Südseite des Ofotenfjord.	68	ca. 24	—	81,3	—	Höhenmessung sehr unsicher.	Mohn S. 16.
31	Zwischen Hokvik und Skjomnes, Südseite des Ofotenfjord, ostnordöstlich von Nr. 30.	68	26	—	a = 61,2 b = 78,1; 86,3; 100,4.	—	an waldbedeckter Felswand. Höhenmessung sehr unsicher.	Mohn S. 16.
32	Südseite von Ramnes, Nordseite d. Ofotenfjord.	68	ca. 27	—	80; 82,2.	Gneis resp. Gneisgranit (P.)	Höhenmessung unsicher.	Mohn S. 16.
33	Von Säter bis Haarberget, Nordseite des Tjeldsund.	68	ca. 34	7	59,6	Gneis resp. Gneisgranit (P.)	—	Mohn S. 17.
34	Südseite des Tjeldsund, gegenüber Haarberget (Nr. 33).	68	ca. 33	--	—	—	—	Mohn S. 17.
35	Zwischen Gaasvik und Leikvik, Westseite des nördl. Stückes des Tjeldsund.	68	ca. 37	5,6	58	anscheinend wie Nr. 36 (P.)	zum Theil im Walde.	Mohn S. 17.
36	Bei Brogviken, Westseite des nördlichen Ausgangs des Tjeldsund.	68	ca. 40	—	39,2	Thonglimmerschiefer resp. chlorit. Schiefer mit Kalksteinseinlagerungen; Schichten nach Norden einfallend (P.)	nicht ganz sicher, ob „Terrasse" oder „Strandlinie."	Mohn S. 17.
37	Zu beiden Seiten des Hadselfjord, so bei Kvilnes auf der Ostseite, bei Haukenes auf der Westseite, auf der ganzen Südostseite von Langö, bei und nördlich von Rödnes auf Hindö.	68	ca. 28—37	—	23; 27.	auf Hindö Gneis resp. Gneisgranit. (P.)	—	Mohn †
38	Nordseite von Andorgö, am Indvik-Botn.	68	ca. 54	—	nach Schätzung etwa 31.	Glimmerschiefer und weicher glimmerschieferartiger Gneis.	—	Keilhau, Undersögelser etc. S. 250.
39	Südseite von Grytö.	68	52	11,3	10	—	deutliche Strandlinie abwechselnd mit Terrassen.	Officiere des „Hansteen." †
40	Auf Tjeö (Tjötö), östlich von Nr. 39.	68	ca. 52	—	a = 11 b = 25	—	—	Officiere des „Hansteen." †
41	Ganze Ostseite von Bjarkö.	69	—	—	südl. Theil 37 mittlr. - 38,3 nördl. - 40,2	Süden u. Mitte: Gneis resp. Gneisgranit nach Osten einfallend; Norden: Glimmerschiefer mit Kalksteinseinlagerungen. (P.)	—	Mohn S. 17.
42	Ostseite von Krötö, nördlich von Nr. 41.	69	3	—	36,1	—	—	Mohn S. 17.

Fortlauf. Nr.	Lage.	Geograph. Breite. Grade	Minuten.	Ungefähre Längenausdehnung in Kilometern.	Höhe über dem Meere in Metern.	Gesteinsbeschaffenheit und -Lagerung.	Bemerkungen.	Beobachtet resp. beschrieben von:
43	Zwischen Dragö und Eide, Südseite von Senjenö.	69	4	9,8	69,7	—	liegt im Walde. Höhenmessung nicht sicher wegen nebliger Luft.	Mohn S. 18.
44	Zwischen Hals und Hofsö, Südseite von Senjenö, südöstlich gegenüber von Nr. 43.	69	3	—	63,4	—	wegen nebliger Luft unsichere Höhenbestimmung.	Mohn S. 18.
45	Westseite von Dyrö von der Südspitze bis Berg.	69	1	8,4	bei Venje 59,6.	Glimmerschiefer mit Kalksteineinlagerungen, nach Ostsüdost einfallend. (P.)	zum Theil im Walde.	Mohn S. 18.
46	Von Eide bis Vasjord, Südostseite von Senjenö, gegenüber Dyrö.	69	6	7	53,3	—	„unzweifelhaft Fortsetzung der Linie Dragö — Eide" (Nr. 43). Höhenmessung nicht sicher.	Mohn S. 18 f.
47	Zwischen Vasjord und Tranö, Südostseite von Senjenö.	69	8	—	59,8	—	anscheinend Fortsetzung von Nr. 46. „Gute Höhenmessung" (1878).	Mohn. †
48	Nördlich von Tranö, Südostseite von Senjenö.	69	10	—	64,6	—	—	Mohn. †
49	Bei Bangsvik, Nordseite d. Solbergfjord, auf Senjenö (östlich von Nr. 48).	69	11	—	61,2	—	auf waldbedeckten Felsen.	Mohn S. 19.
50	Bei Skognes, Ostseite von Senjenö, am Gisund.	69	18	—	48,3	—	zum Theil im Walde.	Mohn S. 19.
51	Nördlich von Bundjord bis Aglapen, Ostseite des Gisund.	69	19—28	19,6	Mohn 1875 (bei Kaarvik): 50,8; 51,2. „Hansteen" 1876: 45	Glimmerschiefer mit Kalksteineinlagerungen, nach Ost resp. Nordost einfallend. (P.)	besonders deutlich im Berg Aglapen gleich nördlich von Lenvik eingeschnitten, mit Wald oberhalb und unterhalb.	Mohn S. 19.†
52	Nordostecke von Senjenö, besonders zwischen Vang und Skaarliodden, aber auch südwärts bis Jernslet und westwärts längs der Südseite des Malangenfjord. 2 Strandlinien.	69	28—31	8,4	b = 40,2; 43. „In halber Höhe Spuren einer schwächeren Strandlinie."	—	vorzüglich scharf ausgeprägt; zwischen Vang und Skaarliodden „ganz wie eine Chaussee mit beinahe lothrechten Wänden."	Mohn S. 19 f.
53	Südseite von Kvalö, am Malangenfjord, besonders auf dem Strich Sandvik — Grebstad — Engenes — Kvalnes — Lögslet. 2 Strandlinien.	69	ca. 33	16,8 (von Sandvik bis Lögslet.)	a) bei Lögslet m. Barom.: 20,1 (Mohn). b) zwisch. Sandvik und Grebstad: 39,5; Engenes-Kvalnes: 40,2; bei Lögslet: 38, mit Barom. 40,5 (Mohn); bei Mjelle: 40,7 (Petterſen).	„harte gneisartige Schiefer mit häufigen Einmischungen von gneis-granitischem Gestein und andern reineren granitischen Abänderungen." (Petterſen.)	Die obere Linie (b) vorzüglich scharf ausgebildet (wie Nr. 52). Breite der horizontalen Bahn zwischen 9½ und 25 Meter. (Petterſen).	Mohn S. 20 ff. Petterſen S. 186 ff.
54	Bei Andersdal am Balsfjord, Südseite der Mündung des Ramfjord.	69	30	—	—	Glimmerschiefer resp. Thon- oder Thonglimmerschiefer mit Kalkeinlagerungen. (P.*)	Spuren einer niedrigen Linie, anscheinend einer südlichen Fortsetzung von Nr. 55.	Mohn S. 22.

Fortlauf. Nr.	Lage.	Geograph. Breite. Grade	Minuten.	Ungefähre Längenausdehnung in Kilometern.	Höhe über dem Meere in Metern.	Gesteinsbeschaffenheit und -Lagerung.	Bemerkungen.	Beobachtet resp. beschrieben von:
55	Längs der ganzen Kalfflette, auf der Ostseite des Balsfjord und des Tromsösund.	69	ca. 35—40	11,3	21,7 (Mohn); zwischen 18,8 u. 21,9 (Petterſen).	wie bei Nr. 54. Schichteneinfall östlich.	wenig typisch ausgeprägt.	Mohn S. 22. Petterſen S. 186. 195 f.
56	Von Finland bis zum Ende des Kalfjord, Ostseite v. Kvalö am Sandnesſund. 2 Strandlinien.	69	42	8,4	b = 38,9 (Mohn); mit Barom.: 40,5 (Petterſen).	Gneis-Granit (Petterſen).	die obere Linie scharf ausgeprägt.	Mohn S. 23. Petterſen S. 186. 189 f.
57	Bei Kragnes, Nordostecke v. Kvalö, wo Kvalſund und Tromsösund zuſammentreffen. 2 Strandlinien.	69	46	—	a = 19,5 b = 38,6	Glimmerſchiefer resp. Hornblendegneis, nach Westen geneigt. (P.*)	gut ausgeprägt, beſonders die obere.	Mohn S. 24.
58	Von Sandnes bis Langnes, Nordweſtſeite von Tromsö (Inſel), gegenüber Nr. 56. 2 Linien.	69	42	—	wie bei Nr. 56 (Petterſen). Anſcheinend nicht beſonders gemeſſen.	Glimmerſchiefer.	„zwei terraſſenförmige Stufen"; a weniger ausgeprägt; b eine länger zuſammenhängende, wegartige, 19—38 m breite, meiſt moorbedeckte Horizontalbahn mit ſteiler Rückwand.	Petterſen S. 186. 190.
59	Zwiſchen Bredvik und Stokkevolden, Oſtſeite des nördlichen Theils von Tromsö (Inſel).	69	42	2,8	dieſelbe Höhe wie Nr. 60 (Mohn); ganz daſſelbe Niveau wie Nr. 58 (Petterſen).	Hornblendegneis, ſchwach weſtlich geneigt, alſo beinahe in der Längsrichtung der Linie ſtreichend (Petterſen.)	meiſt moorbedeckt, mit ſteiler Rückwand, welche an einzelnen Stellen geglättet ſcheint. (Petterſen.)	Mohn S. 23. Petterſen S. 186. 191 f.
60	Oſtſeite des Tromsösund von Thomasjord bis Movik.	69	40—43	8,4	Mohn: bei Movik 38,3. Petterſen: gegen 40,7, nach Barometermeſſung (deren genaue Zahl nicht angegeben, ſogar noch etwas höher.	Norit. (P.*)	meiſt ſcharf hervortretend.	Mohn S. 23. Petterſen S. 185 f. 192 f.
61	Oſtſeite des Tromsösund (nördlich von Nr. 60) und Südoſtſeite des Grötſund, von Tönsnes über Tönsvik und Tönsaas, Vaagnes, Skibenelv, Gjövik bis zum Ulfstind. 2 Strandlinien.	69	44—48	22	Mohn: bei Tönsnes b = 41,4. (a in ungefährer Correſpondenz mit der unteren Linie in Nr. 57.)	Glimmerſchiefer, wechſelnd mit Thon- und Thonglimmerſchiefer, mit Kalkeinlagerungen. (P.*)	bei Tönsvik und Tönsaas tritt nur die obere Linie (b) hervor. Dieſelbe hat bei Tönsnes eine ſteile Rückwand.	Mohn S. 24 f. Petterſen S. 186. 192.
62	Südoſtſeite von Edö, vor der Mündung des Malangenfjord.	69	36½	—	20,4 (zwei gute Meſſungen)	—	auch auf der Nordoſtſeite, aber minder deutlich, vorhanden.	Mohn S. 23.
63	Oſtſeite von Hilleſö, nordnordöſtlich von Nr. 62.	69	38	—	—	—	nicht ſehr deutlich.	Mohn S. 23.
64	Bei Basſtrand, ſüdlich der Bremneſtinder, Weſtſeite von Kvalö.	69	40	—	27,6	Granit resp. Gneisgranit und Granitgneis. (P.*)	—	Mohn S. 23.
65	Südoſtſeite von Tuſö, ſüdweſtlich von Nr. 64.	69	39	—	40,2 (gute Meſſung.)	wie Nr. 64.	—	Mohn S. 23.
66	Oſtſeite von Seſö, nördlich von Nr. 64.	69	44	—	26,7	—	undeutlich und ſchwierig zu meſſen.	Mohn S. 23.
67	Unter den Tromtindern in Tromma, Nordweſtſeite von Kvalö, nordöſtlich von Nr. 66.	69	47	—	20,7	wie Nr. 64.	unterhalb der Linie Gebüſch, oberhalb Schotter.	Mohn S. 23.

Fortlauf. Nr.	Lage.	Geograph. Breite. Grade	Minuten.	Ungefähre Längenausdehnung in Kilometern.	Höhe über dem Meere in Metern.	Gesteinsbeschaffenheit und -Lagerung.	Bemerkungen.	Beobachtet resp. beschrieben von:
68	Ostseite von Tromvik auf Kvalö, unweit östlich von Nr. 67.	69	47	—	22,6	wie Nr. 64.	nicht sehr deutlich.	Mohn S. 23.
69	Südseite von Ljössö, nördlich gegenüber Nr. 68.	69	50	—	26	—	„sehr deutliche Linie, die wie eine Terrasse aussieht."	Mohn S. 23.
70	Südseite von Vengsö, östlich von Nr. 69, nördlich von Nr. 68.	69	50	5,6	29,5; 32,6	wie Nr. 64.	ausgezeichnete Strandlinie, fortgesetzt als Terrasse bei Vengsvik.	Mohn S. 24.
71	Bei Lysfjord, Ostseite des Kalfjord auf Kvalö, südöstlich von Nr. 70.	69	47	—	39,2	wie Nr. 64.	—	Mohn S. 24.
72	Bei Puskevik, Ostseite von Vengsö.	69	50½	—	15,7	wie Nr. 64.	—	Mohn S. 24.
73	Nördlich von Lökvik, Westseite von Kvalö, gegenüber Nr. 72.	69	51	—	25,7	wie Nr. 64.	—	Mohn S. 24.
74	Nordspitze von Kvalö, besonders bei Seihul und in der Bucht westlich davon.	69	53	—	„die niedrigere Linie."	bei Seihul und südöstlich davon Glimmerschiefer resp. Hornblendegneis; südwestl. und westl. von Seihul wie Nr. 64.	zeigt sich an der nordwestlichen Mündung des Kvalsund an allen hervorstehenden Landspitzen.	Mohn S. 24.
75	Nordostseite der nordwestlichen Mündung des Kvalsund auf Ringvatsö, besonders bei Finvik.	69	ca. 54	—	wie Nr. 74.	—	—	Mohn S. 24.
76	Westlich von Indre Kaarvik, Südwestseite von Ringvatsö am Kvalsund.	69	52	—	19—22	—	diese Linie ist ab und zu auch zwischen Kaarvik und Hellen zu spüren, wie überhaupt längs der ganzen Kvalsundseite von Ringvatsö Strandlinienspuren vorhanden sind.	Mohn S. 24.
77	Zwischen Hellen u. Skjulgammen, Südwestseite von Ringvatsö am Kvalsund, südöstl. v. Nr. 76.	69	50—47	8,4	35,5; 36,1	—	—	Mohn S. 24.
78	Von Skjulgammen bis Russenes, Südseite von Ringvatsö, gegenüber Nr. 61. 2 Strandlinien.	69	47—48	—	anscheinend in Correspondenz mit Nr. 61.	—	--	Mohn S. 25.
79	Westseite von Renö, längs der Ostseite d. Langsund.	69	ca. 50—59	—	ca. 37,7—40,8 (Schätzung).	—	—	Mohn S. 25.
80	Von Finkroken bis Grötnes, Südostseite von Renö, am Grötsund. 2 Linien.	69	50—51	10	Lieut. Petersen bei Grötnes: a = 16,6 b = 35,8.	—	bei Grötnesbugt und Grötnes Terrassen in völlig gleicher Flucht mit den Strandlinien.	Mohn S. 25.
81	Ostseite von Renö, von Grötnes nordwärts, und Ostseite von Karlsö. 2 Linien.	69 70	52 bis —	20	Officiere des „Hansteen": 43	—	anscheinend Fortsetzung von Nr. 80.	Mohn S. 25. Officiere des „Hansteen." †

Fortlauf. Nr.	Lage.	Geograph. Breite. Grade	Minuten	Ungefähre Längenausdehnung in Kilometern.	Höhe über dem Meere in Metern.	Gesteinsbeschaffenheit und -Lagerung.	Bemerkungen.	Beobachtet resp. beschrieben von:
82	Auf beiden Seiten des Thales bei Oldervik auf der Westseite des Ulfsfjord. 2 Strandlinien.	69	45	—	b = 54 a in nicht ganz halber Höhe.	jüngerer Glimmerschiefer, wechselnd mit Thon- und Thonglimmerschiefer, mit Kalkeinlager. (P.*)	—	Mohn. †
83	Am Selnesaas, gegenüber Nr. 82, auf der Ostseite des Ulfsfjord. 2 Strandlinien.	69	46	—	a = 28 b = 58	Thon- resp. Thonglimmer- und chloritische Schiefer. (P.*)	„die obere Linie steht ausgezeichnet bei Tofte und Berg, auf Langnes, Ulsnes, wo auch die niedre Linie. Beide Linien innerh. der Nordf. des Bredvikeid." (Sämmtl. am Ulfsfj. gelegen).	Mohn. † (vgl. auch Mohn S. 26.)
84	Beim Gaard Ulfsnesvik und zu beiden Seiten bis Bäkkeby u. Svendsby, Ostseite des Ulfsfjord.	69	40 (Ulfsnes)	—	bei Ulfsnesvik ungefähr 50,2 — 53,3.	„weiche glänzende bis matt dunkle Schiefer mit steilem westlichem Fall."	in der Regel charakteristisch wegartig ausgeprägt mit 5 — 10^{m} Bahnbreite, zum Theil mit Moor oder Rasen bedeckt. Steile Rückwand. — Eine niedere, meist durch Terrassen vertretene Stufe in 40,7 Meter Höhe scheint auch Strandlinienstücke zu enthalten.	Pettersen S. 193 — 195.
85	Lyngstuen, Nordspitze der Halbinsel zwischen Ulfsfjord und Lyngenfjord.	69	55	—	30	—	—	Mohn. †
86	Westseite von Vorterö, östlich von Nr. 85.	69	ca. 57	—	vermuthlich wie Nr. 85 (?)	Glimmerschiefer (P.*)	—	Mohn. †
87	Zu beiden Seiten des Kaagfund, nordöstlich von Nr. 86. 2 Linien.	70	ca. 2½	—	Officiere des „Hansteen": a = 38 b = 59	an beiden Ausgängen des Kaagfund Glimmerschiefer, in der Mitte Hyperit resp. Diorit (P.*)	sehr deutlich, doch sind die Messungen unsicher wegen Unsicherheit der Distanzbestimmung.	Officiere des „Hansteen" und Mohn (1878). †
88	Auf Skjervö, östlich vom Kaagfund. 2 parallele Strandlinien.	70	ca. 2½	—	—	Glimmerschiefer (P.*)	genauere Lage u. s. w. nicht angegeben.	Mohn S. 26 (nach Mitth. d. Lieut. de Seue).
89	Südseite des Langfjord an seiner Mündung in den Altenfjord und auf der kleinen Insel davor.	70	7	—	22,3	—	„nicht sehr gute Höhenbestimmung."	Mohn S. 26.
90	Südseite des Kaafjord (südl. Theil des Altenfjord), zu beiden Seiten der Münd. d. Kaafjordelv.	69	55	—	66,7*; 70,2*.	—	unterbrochen durch Terrassen in gleicher Flucht zu beiden Seiten der Mündung des Kaafjordelv.	Bravais S. 14 f.
91	Öskarnes, auf der Nordwestseite des Kaafjord.	69	55½	—	30	—	—	Mohn (1878) †
92	Bei Bosekop, Südseite des Altenfjord, direct über und südlich der Telegraphenstation.	69	57	—	24,2*	—	stark eingeschnitten.	Mohn S. 26.
93	Südwestseite des Kongshavnfjeld, nordnordöstlich von Bosekop (Nr. 92).	69	57½	—	39,3*	—	bei Bravais wird durch einen Druckfehler die Südostseite genannt. Der von Bravais gegebene Querdurchschnitt zeigt einen tiefen Einschnitt mit stark überhängender Felswand.	Brav. S. 34 f.

Fortlauf. Nr.	Lage.	Geograph. Breite. Grade	Minuten.	Ungefähre Längenausdehnung in Kilometern.	Höhe über dem Meere in Metern.	Gesteinsbeschaffenheit und -Lagerung.	Bemerkungen.	Beobachtet resp. beschrieben von:
94	Oestlich der Mündung des Altenelv, Südseite des Rafsbotn (südöstlicher Zweig des Altenfjord).	69	57	—	—	—	hier glaubte Bravais „an dem Berge, welcher im Osten die Mündung des Altenelv beherrscht," von einem Punkte zwischen Altengaard und Bosekop aus 4 horizontale Strandlinien (lignes d'érosion) zu erkennen.	Bravais S. 37.
95	Zwischen Storviknes u. Krognes, Westseite des südlichen Theils des Altenfjord.	69	58½	—	38,5	—	„ziemlich gut markirt"; an sehr steiler Küste.	Bravais S. 35.
96	Südwestlich von Krognes (Nr. 95)	70	—	—	23	—	die Küstenumrisse sind hier, wie vielfach, auf Bravais' Karte ungenau.	Bravais S. 21f.
97	In der Talvikbucht, nordwestlich von Nr. 96.	70	1½	—	43,1?	—	Mohn vermuthet, daß dies die von Bravais (S. 35) zu 43,1 m bestimmte undeutliche Linie ist.	Mohn S. 26.
98	Südseite von Altenes sowie Nordseite bei Svartskog (Ostseite des Altenfjord).	70	4	—	vermuthlich wie Nr. 99.	—	—	Mohn S. 27.
99	Zwischen Dybvik und Krogelv, Ostseite des Lerbotn (Ostseite des Altenfjord).	70	5	—	Bravais am Sortberg bei Dybvik: 24,7*.	—	nach Mohns Vermuthung identisch mit der von Bravais am Sortberg beobachteten Linie. Höhenmessung nicht sehr sicher (Bravais).	Bravais S. 23. Mohn S. 27.
100	Längs der Südseite des Korsfjord, östlich von der Mündung des Altenfjord.	70	12	—	—	—	„eine ähnliche niedrigere Linie."	Mohn S. 27.
101	Auf der Landspitze nördlich des Komagfjord, Südostseite des Vargsund. 2 Strandlinien.	70	15½	—	a = 27 b = 58,4	—	—	Mohn S. 27.
102	Südlich des Bekkarfjord auf Seiland, dem Komagfjord (Nr. 101) gegenüber.	70	ca. 17	—	—	—	„die niedere Linie" deutlich, die obere undeutlich.	Mohn S. 27.
103	Auf der ganzen Ostseite von Lille Lärisfjord und der Landspitze zwischen diesem und Store Lärisfjord (Südostseite des Vargsund). 2 Strandlinien.	70	17½	—	Bravais: a = 17,7* b = 53,7*	—	—	Bravais S. 24. 27f. Mohn S. 27. Sexe S. 9.
104	„In dem Einschnitt zwischen den hohen Felsen zwischen Store Bekkarfjord und Olderfjord," Nordwestseite des Vargsund.	70	ca. 20	—	—	—	„zwei grasbewachsene Linien." Am Olderfjord findet sich die niedrigere.	Mohn S. 27.
105	Südwestlich von Saraby auf der Südostseite des Vargsund. 2 Linien.	70	ca. 19½	—	Bravais: a = 18,9* b = 49*	—	—	Bravais S. 24. 27f. Mohn S. 27.
106	Sarabyfjeld, gleich nördlich von Saraby (Nr. 105). 2 ausgezeichnete Strandlinien.	70	22	—	Mohn: a = 21 b = 48,3	Thonschiefer (Sexe)	Sexe untersuchte die obere Linie, fand sie sehr uneben und traf daselbst „Grus und nicht selten runde Steine, welche an Ort und Stelle fremd zu sein schienen und von derselben Art, wie die Rollsteine, welche auf dem Strande am Fuß des Felsens liegen."	Mohn S. 27f. Sexe S. 9. 13ff.

Fortlauf. Nr.	Lage.	Geograph. Breite. Grade	Minuten.	Ungefähre Längenausdehnung in Kilometern.	Höhe über dem Meere in Metern.	Gesteinsbeschaffenheit und -Lagerung.	Bemerkungen.	Beobachtet resp. beschrieben von:
107	Kvänklub, 2,8 Kilom. nordöstlich von Nr. 106, Südostseite des Vargsund. 2 Strandlinien.	70	23	—	Bravais: b = 46* a liegt, nach Mohns Abbildung zu schließen, etwa in halber Höhe.	Thonschiefer (Sexe)	ausgezeichnet scharf ausgeprägt. Diese Linien setzen sich nordöstlich gegen den Näverfjord und Kvalsund weiter fort.	Bravais S. 24. 27 ff. Kjerulf, Om Skuringsmaerk. II, 90 f. Mohn S. 28. Sexe S. 9. 13 ff.
108	Auf Seiland, gegenüber Nr. 106 und 107 und nordöstlich von Nr. 104, Nordwestseite des Vargsund. 2 Linien.	70	ca. 23	—	Bravais: 44,9* (b).	—	Bravais' „petite plate-forme horizontale, qui longe la montagne" bei seinem Punkt o ist offenbar, obwohl er sie nicht ausdrücklich als „ligne d'érosion" bezeichnet, mit der oberen dieser beiden Linien identisch.	Bravais S. 29 f. Mohn S. 28.
109	Zwischen Rastabynes und Komagnes, Nordostseite der Insel Seiland, nördlich von Nr. 107 und 108. 2 Linien.	70	25—28	—	Bravais nördlich von Rastabynes a = 16,8*; südlich von Komagnes a = 16,4* b = 40,4*.	—	Daß Bravais hier, auch wo dies nicht ausdrücklich hinzugesetzt ist, wirkliche „lignes d'érosion" meint, geht schon aus der Schattirung seiner Profile (für seine Punkte r u. s) hervor. Auch hier zeigt sich stellenw. ein Ueberhängen (Unterhöhlung) d. Felsens in d. oberen Strandlinie	Bravais S. 29 ff. Mohn S. 29. (Sexe S. 9.)
110	Zu beiden Seiten des Kvalsund (Kirchspiel Hammerfest), z. B. auf der Südseite vom Fiskelv bis Beritmol, östlich von Beritmol, östlich der Kvalsund-Kirche, ferner auf der Ostseite nördlich vom Reppefjord am Klub und weiter nördlich bei Enkenes, ebenso auf der Süd- und Südostseite von Kvalö. 2 Strandlinien.	70	ca. 29 bis ca. 30	—	wie Nr. 107? (Mohn).	—	sehr scharf ausgeprägt und namentlich die obere in ausgedehntestem Maße erhalten. Zu Höhenmessungen war Mohn hier nicht in der Lage, glaubt aber, daß diese Linien in gleicher Flucht mit denen am Kvänklub (Nr. 107) laufen.	Mohn S. 29. (Sexe S. 9.)
111	Nordseite des Rypfjord auf der Westseite von Kvalö, südlich von Hammerfest. 2 Linien.	70	37	—	a = 13,8* b = 29,3*.	—	auch hier zeigt die höhere Linie in Bravais' Punkt u eine Unterhöhlung und Ueberhängen des Felsens.	Bravais S. 29—31.
112	Zwischen Langstrandnes u. Hammerfest, nördlich von Nr. 111. 2 Linien.	70	38	—	im südwestlichen Theil b = 29,9*; im nordöstlichen b = 28,1*.	—	„En v. et w. la ligne supérieure est indiquée de distance en distance par des rochers rongés"; „la ligne inférieure se dégrade de plus en plus sur les rochers qui bordent la côte entre Langstrandnaes et Hammerfest."	Bravais S. 29—32.
113	Dicht bei Hammerfest, nordöstlich und südwestlich der Stadt.	70	39	—	Lilliehöök südwestlich 20,3*, nordöstlich 21,7*.	—	Bravais' Punkte x'' und ε. Die nordöstliche Stelle schien Bravais sehr unsicher, wurde aber von seinem Begleiter Lilliehöök bestimmt als „ligne d'érosion" erkannt und ist auch von Mohn als Strandlinie bestätigt.	Bravais S. 32. 36 f. Mohn. †
114	Auf der Insel Haajen, westlich von Hammerfest.	70	38½	—	—	—	von Haajen (Höjöe) aus sah Bravais (S. 32) ganz deutlich beide Linien auf dem nördlichen Vorgebirge Seilands gegen den Sörösund (wohl bei Grundvaag, 70° 36½').	(Bravais S. 31.) Mohn. †
115	Ostseite des Svärholtklub, Landspitze zwischen Porsangerfjord und Laksefjord.	70	ca. 56	—	—	—	—	Officiere des „Hansteen". †

Fortlauf. Nr.	Lage.	Geograph. Breite. Grade	Minuten.	Ungefähre Längenausdehnung in Kilometern.	Höhe über dem Meere in Metern.	Gesteinsbeschaffenheit und -Lagerung.	Bemerkungen.	Beobachtet resp. beschrieben von:
116	Kjöllefjord, östlich der Mündung des Laksefjord. 2 Linien.	70	56	—	a = 15 b = 23	—	über a bemerkt Mohn: „Linie und Terrasse. Die Strandlinie besteht zu einem Theil aus Rollsteinen."	Officiere des „Hansteen". †
117	Omgang, Westseite der Mündung des Tanafjord.	70	57	—	—	—	—	Mohn. †
118	Ost- und Südseite von Varangernes.	70	2 bis ca. 25	—	—	—	„die Küsten von Varangernes bieten, wie es scheint, besonders auf der Ost- und Südseite, Reihen von Strandlinien in mehreren Niveaus dar." „Da indeß die Formationsschichten hier horizontal oder schwach geneigt sind, ist es auch möglich, daß solche Linien oder Absätze blos dem Ausgehenden bestimmter Schichten ihren Ursprung verdanken."	Mohn S. 30. 31.
119	Bei Paddeby, östlich vom Jakobselv (westlich von Vadsö), Nordseite des Varangerfjord.	70	4½	—	86,3	—	—	Mohn S. 31.
120	Westlich von Mortensnes, ca. 28 Kilom. westlich von Vadsö, Nordseite des Varangerfjord. 2 Linien.	70	6	—	a = 26 b = 76,2	—	die untere Linie ist auch östlich von Mortensnes deutlich fortgesetzt.	Mohn S. 31.

Man sieht, die Zahl der beobachteten „alten Strandlinien" ist nicht gering, und doch ist das unzweifelhaft nur ein Theil der wirklich vorhandenen. Denn sie alle sind doch mehr gelegentlich gefunden worden, und es ist eigentlich noch Niemand speciell ausgezogen, um danach zu suchen. Weit ausgedehnte Strecken der wild zerrissenen Festlands- und Inselküsten Norwegens sind überhaupt noch garnicht, andere nur flüchtig oder unter ungünstigen Verhältnissen auf Strandlinien angesehen worden. So giebt es gewiß noch viel mehr solcher Reste, und jetzt, wo das Interesse dafür allgemeiner erwacht ist, wird sicherlich die Zahl bald noch erheblich vermehrt werden. Doch muß man freilich wünschen, daß unsere Kenntniß dieser Erscheinungen nicht blos räumlich erweitert, sondern zugleich sachlich vertieft werde; denn auch was wir von den 120 aufgeführten Stellen wissen, ist im Grunde genommen weniger, als es auf den ersten Blick vielleicht scheint. Zwar daß die Angaben über die Längenausdehnung fast sämmtlich auf bloßer Schätzung aus der Entfernung beruhen und also durch neue Beobachtungen mannichfach verändert werden können, mag minder ins Gewicht fallen. Von großer Bedeutung aber ist die Erhebung über dem Meeresspiegel, und doch können auch die hierfür mitgetheilten Zahlen mit äußerst wenigen Ausnahmen nur eine ungefähre Richtigkeit beanspruchen.[1] Zweifellos wurden die Messungen vom Schiffe aus mit größter Sorgfalt und Fertigkeit ausgeführt, aber wie leicht mußte die wechselnde Beschaffenheit von Licht und Luft und vor allem die doch immer etwas unsichere Abstandsbestimmung Fehler hervorrufen, deren Grenze bei der stets wechselnden Combination und Stärke ihrer Ursachen keineswegs ein für allemal zu bestimmen sein dürfte. Solche Fehler sind freilich unvermeidlich, aber schon wiederholte Messungen unter etwas verschiedenen Verhältnissen werden, selbst in jener abgekürzten Weise ausgeführt, dieselben allmählich in

[1]) Daß unsre Tabelle hier wie in der vorher erwähnten Spalte Bruchtheile aufweist, ist nicht als ein Zeichen sehr großer Genauigkeit zu deuten, sondern einfach Folge der Umrechnung aus norwegischen Fuß resp. Viertelmeilen.

ausreichendem Maße verkleinern. Daß indeß auch auf die durch Barometerbestimmung gewonnenen Zahlen nicht gar zu bestimmt zu bauen ist, das zeigen die auffallenden Differenzen bei den Trondhjemer Linien (Nr. 18).[1]

Am allerschwächsten ist die so wichtige Rubrik der geologischen Verhältnisse ausgefüllt. Darüber lagen nur in sehr wenigen Fällen unmittelbare Angaben vor, da ja, wie oben bereits angedeutet, nur erst ein kleiner Theil der Strandlinien wirklich betreten und von geologisch gebildeten Forschern untersucht worden ist. Wenn nun versucht wurde, aus Karten die Lücken zu füllen, so liegt doch auf der Hand, daß diese Ergänzungen je nach dem Maßstabe der Karten (vgl. oben S. 6) von sehr verschiedenem Werthe sein müssen[2]. Es wurde daher auch, wo bei kleinem Maßstabe durch Zusammentreffen verschiedener Formationen in der Gegend des betreffenden Ortes ein Zweifel entstehen konnte, lieber auf jede Angabe der geologischen Verhältnisse verzichtet. Für große Theile des Landes aber fehlte auch diese Hülfe, da in dem ganzen, für unseren Gegenstand besonders wichtigen nördlichen Norwegen nur das Amt Tromsö (durch Petterſen) geologisch kartirt ist. Da ist es denn ein Glück, daß unter den näher bekannten Strandlinien sich einige Fälle finden, welche gerade für den Einfluß der geologischen Verhältnisse höchst lehrreich sind[3]. Aus ihnen ergiebt sich zur Genüge, daß wir es hier mit einer Erscheinung zu thun haben, für welche zwar Härte, Zusammensetzung und Lagerung des Gesteines sicher niemals gleichgültig, sondern vielmehr von vielfach modificirendem Einfluß sind, die aber trotz aller Mannichfaltigkeit dieser Verhältnisse auftreten kann, wenn sonst gewisse andere Bedingungen erfüllt sind.

Es mag als eine gewisse Erläuterung und Ergänzung der geologischen wie der Höhenangaben betrachtet werden, daß wir in der vorletzten Spalte unserer Uebersicht auch Notizen über etwaige Bewaldung der betreffenden Felshänge mit aufgenommen haben. Denn Wald setzt ebensowohl einen vorgeschrittenen Verwitterungszustand voraus, als die Bedingungen für das Liegenbleiben mindestens eines Theiles des Verwitterungsproduktes, also einen ein gewisses Maximum nicht überschreitenden Böschungswinkel. Andrerseits erschwert er die Höhenmessung, namentlich aus größerer Entfernung, und mindert also den Werth der gefundenen Zahlen herab.

Ueberschauen wir jetzt die Tabelle im ganzen, so tritt am augenfälligsten die starke Ungleichheit in der örtlichen Vertheilung der Strandlinien hervor. Mag hierbei immerhin der Zufall der Beobachtung seinen Antheil haben, zur Erklärung so großer Verschiedenheit reicht er nicht aus. Vielmehr unterliegt es keinem Zweifel und wird auch von einem so tüchtigen Kenner seiner heimischen Küsten wie Prof. Mohn ausdrücklich bezeugt, daß wirklich das Strandlinienphänomen im nördlichen Norwegen viel reicher entwickelt, sagen wir lieber erhalten ist, als im südlichen. Wir werden diesem Umstand und der aus ihm entspringenden Frage näher zu treten haben. Bevor wir dies aber können, müssen wir zuerst die Frage der Entstehung der Strandlinien erörtern und hierzu wiederum erst uns mit ihrer speciellen Beschaffenheit, soweit dieselbe bisher untersucht wurde, vertraut machen.

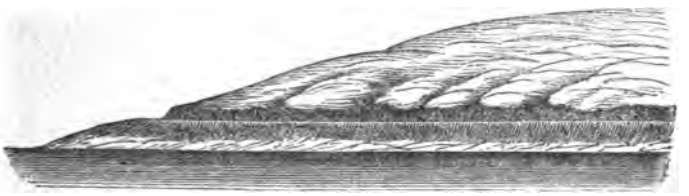
---

[1]) Die angeführten Erwägungen sind auch der Grund, weswegen wir von einer Aufführung der Mohn'schen Niveaustufen hier absehen zu müssen glaubten. Die einzelnen Zahlen sind noch zu ungleichwerthig, und zu ihrer Würdigung fehlt noch der Anhalt, den nur wiederholte Messungen geben können. Die einen mögen sehr gut sein, während andere starken Fehlern unterliegen, und der Subjectivität ist darum zur Zeit bei derartiger Gruppirung noch zu großer Spielraum gelassen.

[2]) Die werthvolle Karte von Kjerulf und Dahll umfaßt nur die Stifter Christiania, Christiansand und Hamar, das schöne seit 1876 erscheinende Specialkartenwerk der geologischen Landesuntersuchung Norwegens in den bisher erschienenen (4) Blättern nur die Umgebungen des Christianiafjord und des Tyrifjord bis zur Südspitze des Randsfjord. Beide konnten demnach hier garnicht verwerthet werden.

[3]) Besonders Nr. 18, aber auch Nr. 8, 59, 84 ꝛc.

Sie erscheinen von fern in der Regel als mehr oder minder scharfe, horizontal über die Felswände gezogene Linien, welche — wenn nicht gerade so handgreiflich wie z. B. die am Sarabhfjeld (Nr. 106) oder am Kvänklub (Nr. 107) — nicht von jedem Standpunkt aus und nicht bei jeder Beleuchtung zu erkennen sind[1]. Kommt man näher, so gewinnt man bei gutem Erhaltungszustande, wie schon im Anfang erwähnt, den Eindruck, als liefe dort an dem Abhang eine Straße, welche ganz horizontal durch Einsprengung in den Fels angelegt wurde; und dieser Eindruck verstärkt sich dann bei unmittelbarer Betretung. Ist der Erhaltungszustand dagegen schlecht, so kann man, oben angekommen, ganz in Zweifel gerathen, wo die Strandlinie eigentlich sei und ob man sich nicht getäuscht[2], und erst wenn man sich von unten ganz bestimmte Punkte gemerkt hat, findet man dann durch Visirung von diesen aus das Richtige. Dann löst sich auch, was von unten als eine zusammenhängende Linie erschien, in Bruchstücke auf: nur an hervorstehenden Felsecken ist der Einschnitt in Gestalt einer horizontalen Grundfläche und einer steilen Rückwand zu erkennen, wo aber zwischen solchen hervortretenden Stellen der Fels Einbuchtungen hat, da ist das allgemeine Aussehen des Abhanges und seine allgemeine Böschung durch nichts unterbrochen.



Strandlinie zwischen Vang und Skaarliodden (Nr. 52).

Und selbst an jenen vorspringenden Ecken ist durch Verstürzung, namentlich der Rückwand, und Schotterablagerung am Fuße derselben, wie andrerseits durch Kraut und Gesträuch auf der Grundfläche die Regelmäßigkeit nicht selten gestört, so daß man, wenn man blos eine einzelne derartige Stelle beträte, dabei schwerlich an etwas Anderes als das Werk des gewöhnlichen Verwitterungsprocesses denken würde. Aber überraschend ist es, wenn man von solchem Punkte aus an den nächsten Felsvorsprüngen ähnliche Einschnitte bemerkt und sich nun durch Visirung über eine Wasserfläche von der vollkommen gleichen Höhe aller dieser Winkel-Ausschnitte überzeugt. Und noch überraschender ist es, wenn man dann, die Lagerung des Gesteins bestimmend, vielleicht eine Schichtenstellung findet, welche die gefundene Horizontalebene unter einem mehr oder minder scharfen Winkel schneidet. Derartig sind die Verhältnisse in der Oster-

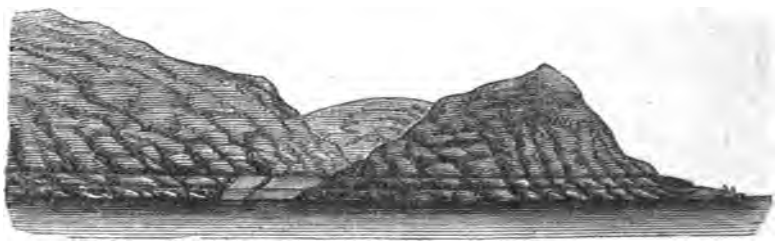
---

[1]) So war die schöne untere Trondhjemer Strandlinie bis 1870 nicht bekannt. Auf einem Bilde im Schaufenster eines Photographen fiel bei vorübergehender Anwesenheit daselbst dem Prof. Kjerulf zuerst eine scharfe Horizontallinie auf, welche quer über die im Westen die Trondhjemer Bucht begrenzenden Felshänge lief. Und wie er nun bei schöner Morgenbeleuchtung, die Sonne im Rücken, von den Straßen der Stadt nach jenen Bergen blickte, da sah er in überraschender Klarheit die Linie dort auch. Bei näherer Untersuchung fand sich nachher auch die minder deutliche obere Linie. Die untere ist, wenn man erst einmal darauf aufmerksam gemacht ist, bei geeigneten Umständen ganz leicht zu sehen. Es kommt eben dabei auf den Einfall und die Stärke des Lichtes an, und während man sie vielleicht am Vormittag ganz scharf dastehen sah, mag man sie am spätern Nachmittag vergebens suchen. So berichtet auch Mohn (S. 8 f.) bezüglich der Linie Nr. 5, daß er dieselbe am Vormittag aus größerer Entfernung ganz unzweifelhaft sah, und sie am Nachmittag desselben Tages, als er ihr noch dazu näher gekommen war, schlechterdings nicht wiederfinden konnte.

[2]) Auch der Verfasser fühlte sich einigermaßen enttäuscht, als er, in freundlicher Begleitung des cand. Langberg quer bergauf kletternd, zuerst an etwas ungünstigerer Stelle die untere Trondhjemer Linie betrat. Da war von Horizontalität und Regelmäßigkeit keine Spur, und die Ausbuchtung im Felsen zeigte durchaus nichts Anderes als anderwärts auch. Die weitere Wanderung in dem erreichten Niveau überzeugte ihn indeß bald von der vollen Richtigkeit dessen, was er zuvor bei Kjerulf über diese Strandlinie gelesen.

fjord-Linie (Nr. 8), die uns bei obiger Schilderung einer stark zerstörten Strandlinie als Vorbild diente. Hier fällt nach Keilhaus Zeugniß ein harter Gneis unter einem Winkel von mindestens 40° gegen die Längsrichtung der Linie ein. Noch schlagender aber ist in dieser Beziehung die untere Trondhjemer Strandlinie, welche im Süden durch sanft geneigten Trondhjemsschiefer, im Norden durch Protogingranit läuft. Da ist dann auch der Gedanke ausgeschlossen, welcher dem Geologen zuerst sich aufdrängen mochte, daß man es nämlich hier mit dem Ausgehenden irgend welcher horizontal liegenden und besonders widerstandsfähigen Schicht zu thun habe, und die volle Eigenthümlichkeit und Besonderheit der Erscheinung stellt sich dar.

Von dieser stärker zerstörten Art ist eine große Zahl von Strandlinien, und im südlichen Norwegen unbedingt die Mehrzahl. Auch in der unteren Trondhjemer Linie, die doch sonst so schön ausgeprägt ist, kann man stellenweise jene Verwischung der Züge finden (vgl. vorige Seite Anm. 2). Wie aber im nördlichen Norwegen die Zahl der Strandlinien weit bedeutender ist, ist auch ihr Erhaltungszustand dort ein ungleich günstigerer, und da ist die Regelmäßigkeit nicht selten so groß, daß man, wäre der Gedanke



Doppelte Strandlinie bei Grötnes (rechts) mit entsprechenden Terrassen an dem Thalausgang in der Mitte (Nr. 80).

nach allen andern begleitenden Umständen nicht so thöricht, unbedingt an eine künstliche und planmäßige Anlage denken würde[1]. Unsre beiden Abbildungen, welche nach Originalzeichnungen des Prof. Mohn gemacht sind, und die wir der Güte des letzteren wie des Prof. Kjerulf verdanken, geben hiervon gute Beispiele. Die erste derselben zeigt nur eine, die zweite — aus etwas größerer Entfernung aufgenommen — zwei parallele Strandlinien im anstehenden Fels. Die letztere führt uns zugleich ein Weiteres vor Augen, was dort im Norden häufig sich findet: die Linien folgen ohne Störung auch den Ausbuchtungen der Küsten, und wo eine Thalmündung die Continuität der Uferfelsen unterbricht, ist die Verbindung durch eine oder mehrere in völlig gleicher Flucht laufende Terrassen hergestellt.

Ein steiler Abhang führt in der Regel zu den Strandlinien hinauf, bei jenen typisch erhaltenen zuweilen so steil, daß ein Besteigen derselben zur Unmöglichkeit wird. Doch findet sich, wie Pettersen berichtet und an Profilen veranschaulicht, auch eine sanftere Abdachung des Terrains vom äußeren Rand der Horizontalbahn herab, oder sanftere Böschung wechselt mit steiler. In solchen Fällen liegen dann unterhalb der Strandlinien häufig Terrassen in einer oder auch mehreren Stufen.

Die Grundfläche bleibt, wie namentlich Pettersen sich stets zu überzeugen Gelegenheit hatte, auf weite Strecken hin — und er ist auf der Linie Nr. 56 etwa $^3/_4$ deutsche Meilen weit gegangen — in der Längsrichtung durchaus horizontal. In der Breite bemerkte derselbe bei der eben erwähnten Strandlinie eine ganz schwache Neigung nach außen; sonst wird auch nach dieser Seite hin von einer Verletzung

[1]) Vgl. z. B. Pettersen, Om de i fast Berg udgravede Strandlinier S. 187. — Nachdem wir übrigens oben eine Uebersicht über die Literatur gegeben und in der Tabelle stets die Quellen genau bezeichnet haben, dürfen wir uns in dem Folgenden der vielen Einzelcitate überheben. Es ist an den genannten Stellen leicht zu ersehen, woher die einzelnen Angaben entnommen sind.

der Horizontalität nicht berichtet. Doch ist die „Wegbahn" damit noch nicht bis ins Kleinste eben. Sondern wo nicht Rasen und allerlei Krautpflanzen oder die besonders häufige Moorvegetation sich angesiedelt und theils durch die eigene das Gestein angreifende Thätigkeit, theils durch Festhaltung der von Regen und Wind hinzugeführten Verwitterungstheile den Boden ausgeebnet, zeigt die nackte Felsfläche allerlei kleine Erhebungen und Vertiefungen, als deren Ursache unschwer der Umstand zu erkennen ist, daß Regen- und Schmelzwasser fortwährend einen Theil der durch Frost und Verwitterung abgelösten kleinen Gesteinsbrocken entführen. Der Eindruck der Ebenheit im ganzen wird dadurch nicht im mindesten beeinträchtigt.

Die Rückwand steht zuweilen völlig lothrecht und hängt an einigen von Bravais im Profil wiedergegebenen Stellen sogar oben etwas über, so daß dann eine förmliche horizontal gestreckte Unterhöhlung des Felsens vorliegt. Meist aber steigt sie unter einem steilen schrägen Winkel empor und zeigt an ihrem Fuße eine größere oder geringere Anhäufung von Schotter, wie ihn das Losbröckeln des Gesteins von oben her erzeugen mußte. Oft ist sie nackt, zuweilen aber auch — ein Zeichen stärkerer Zerstörung — mit einiger Vegetation bedeckt. Breite der Horizontalbahn und Höhe der Rückwand wechseln natürlich mannichfach nach der Tiefe des Einschnitts und dem Böschungswinkel des betreffenden Berghangs im ganzen und bleiben auch bei einer und derselben Strandlinie durchaus nicht überall gleich. In der unteren Trondhjemer Linie beträgt nach Mohn die Breite stellenweise volle 15,7^{m} (25 Schritt)[1], die Höhe bis zu 9,4^{m} (30 norw. Fuß)[2], so daß der dreiseitige Felsausschnitt, welchen hier die Strandlinie darstellt, in seinem Querprofil einen Flächenraum von etwa 74 Quadratmetern repräsentirt. Für die Linie Nr. 53 giebt Pettersen die Breite als zwischen 9,5^{m} und 25^{m} variirend, für Nr. 56 auf 18,8^{m} bis 25^{m}, ja selbst 31,4^{m}, für Nr. 60 auf durchschnittlich 12,5^{m}, für Nr. 84 auf 5^{m} bis 10^{m} und darüber an. Doch kommen auch sehr viel geringere Breiten vor, welche einen bis ein paar Meter nicht übersteigen (Bravais und Sexe).

In den Einbuchtungen, welche hie und da die Regelmäßigkeit der unteren Trondhjemer Strandlinie stören, fand Sexe außer Erde, Grus und Schotter auch einzelne der Stelle fremde Rollsteine. In der oberen Sarabyneslinie (Nr. 106), die er als sehr uneben (natürlich nur in dem oben erwähnten Sinne) schildert, fand er „Grus und nicht selten runde Steine, welche dort fremd zu sein schienen und von derselben Art wie die Rollsteine, welche auf dem Strande am Fuß des Felsens liegen". Er erklärt sich ihre Anwesenheit durch Gletschertransport. Ebenso sah Sexe in dem Felsen, welcher die Innenseite der unteren Trondhjemer Strandlinie bildet, „und parallel mit derselben nicht selten verticale Ablösungsklüfte, welche ein Structurverhältniß offenbaren, das nicht unberücksichtigt gelassen werden kann, wo es sich um den Ursprung der Linie handelt". Endlich fand derselbe in der Linie am Osterfjord (Nr. 8) auch Spuren von Eisscheuerung, doch liefen die Streifungslinien (Skuringsstriber) dort, wie an dem ganzen Felsabhang, nicht horizontal wie die Strandlinie, sondern etwas fjordauswärts zu geneigt, und nur unten am Fjord kam ein zweites Kritzensystem mit horizontalen Linien hinzu. In den übrigen von ihm untersuchten Linien entdeckte er nichts Derartiges, was um so mehr besagen will, als er speciell danach gesucht hat. Die Schuld schreibt er unglücklichen Umständen zu, indem nämlich in den Trondhjemer Strandlinien die Fels-Sohle meist durch loses Material verhüllt, die gegenwärtige Rückwand zu jungen Datums, bei den von ihm untersuchten finmarkischen Linien aber das Gestein „so wenig hart und fest sei, daß es ungeschickt sein mußte, Scheuerstreifen zu empfangen wie zu behalten." Auch Pettersen hat sich nach Glacialspuren in den Strandlinien besonders umgesehn, aber davon entweder garnichts oder doch nichts irgendwie Deutliches gefunden.

---

[1]) Kjerulf giebt als Maximum 12,5^{m} (20 Schritt), Sexe 10 bis 12,5^{m} (16 bis 20 Schritt) an.

[2]) Nach Sexe 6,3^{m} (20 Fuß) und darüber.

Nachdem wir so alles zusammengestellt, was sich zur äußeren Beschreibung der Strandlinien in anstehendem Fels an Angaben vorfand, gehen wir jetzt an die Besprechung der Hypothesen, welche über deren Entstehung aufgestellt worden sind. Wir verlassen dabei die strenge Zeitfolge, über welche wir oben einen orientirenden Ueberblick gegeben haben, und ordnen den Stoff nun vielmehr so, wie dies für den Gang unserer Untersuchung zweckmäßig und bequem erscheint. Es wird daher zunächst von Sexes, darauf von Pettersens, zuletzt von Kjerulfs Ansicht die Rede sein; der Anschauungen Keilhaus und Bravais wie derjenigen Mohns wird dabei am gehörigen Orte mit gedacht.

Sexe ist Glacialist und betrachtet, wie schon früher erwähnt, auch die Strandlinien als Wirkungen des Eises, und zwar als Erzeugnisse der Scheuerung durch die Gletscher der Eiszeit. Er hat diese Ansicht jedoch keineswegs sehr eingehend ausgesponnen, und so ist auch eine sehr eingehende Erörterung derselben nicht möglich. Der geologische Factor der Gletscherwirkung auf das umgebende Gestein gehört, sofern es sich nicht blos um eine oberflächliche Abglättung oder Kritzung, sondern um die Hervorbringung bedeutenderer Vertiefungen handelt, zu denjenigen, über welche dem subjectiven Ermessen zur Zeit noch sehr viel überlassen bleibt. Wir kennen von einer Anzahl von Gletschern die Geschwindigkeit der Bewegung, aber nur an der Oberfläche. Wir wissen, daß ein Gletscher im großen und ganzen in dieser Beziehung dieselben Vorgänge zeigt wie ein Fluß, daß seine Strömung ungefähr in der Mitte der Oberfläche am stärksten ist, und daß sie von dort aus nach den beiden Rändern zu abnimmt — eine Folge der Reibung an den Ufern. Die Schnelligkeit am Grunde kennen wir nicht, denn wenn ein Gletscher einmal an seinem Stirnende vorrückt, so sind hier doch augenscheinlich die Bedingungen der Bewegung schon wieder etwas andere als in dem übrigen Theil des Laufes und können für jene nicht als Maßstab gelten. Nur muthmaßen können wir, daß die Geschwindigkeit am Grunde im allgemeinen mindestens eben so gering ist als diejenige, welche wir an den Rändern der Oberfläche beobachten können. Aber auch die Mächtigkeit der Gletscher, also das Gewicht der Eislast, welche auf die unten eingefrorenen und zur Erosion des Gletscherbettes benutzten Steine drückt, ist uns unbekannt und läßt sich nur in einzelnen Fällen und nur sehr obenhin schätzen. Somit fehlen uns gerade die beiden Hauptfactoren zu sicherer Bestimmung des Maßes dieser Erosion.

Die Gletscher der Eiszeit waren unstreitig viel mächtiger als diejenigen, welche Europa gegenwärtig aufzuweisen hat, und eine Anzahl von Geologen, namentlich Engländer, aber auch einzelne Skandinavier u. s. w. haben sich daran gewöhnt, ihnen ganz ungeheure Leistungen zuzutrauen. Je tiefer und breiter in einem Strome die Wassermasse ist, desto größer ist bei gleicher Neigung der Thalsohle die Geschwindigkeit — in der Hauptströmungslinie der Oberfläche. Was sich hieraus für die Gletscher schließen läßt, scheint sich in der That bei denjenigen Grönlands, den besten bekannten Analogieen für die Gletscher der Eiszeit, zu bestätigen. Wir haben für deren Geschwindigkeit eine Anzahl mehr oder minder zuverlässiger Messungen; sie ergeben verhältnißmäßig bedeutende Zahlen für die Bewegung der Mitte, aber am Rande ist, wie z. B. Amund Helland auf Grund seiner Beobachtungen ausdrücklich bezeugt [1], das Vorrücken auch dort ein sehr langsames. Ob es am Grunde schneller ist, darf man billig bezweifeln. Denn wenn auf der einen Seite die fortreißende Gewalt der oberen Eismassen auf die tiefer liegenden hier eine viel größere ist als unter dem gleichen Neigungswinkel bei einem kleinen Gletscher, so wächst mit der zunehmenden Eislast doch auch die Stärke der Reibung am Grunde, welche die Vorwärtsbewegung aufzuhalten strebt und natürlich auf die unterste Eisschicht am meisten wirkt. Und gerade in

[1]) A. Helland, Om de isfyldte Fjorde og de glaciale Dannelser i Nordgrönland, im Archiv for Math. og Naturv. 1876. S. 78. Helland fand im Juli 1875 auf dem Gletscher, welcher in den Eisfjord von Jakobshavn mündet, (69° 12′ n. Br.) für Punkte in Entfernungen von 400—450 m vom Rande eine tägliche Geschwindigkeit von etwa 15 m, für solche in 1000 m Entfernung sogar etwa 20 m, dagegen für den äußersten Rand nur etwa 0,02 m!

je reicherem Maße diese tiefste Gletscherschicht anstatt des plastischen Eises ein minder nachgiebiges, rauhes Pflaster von Grus und Steinen der felsigen Thalsohle zuwendet, um so stärker muß diese aufhaltende Wirkung der Reibung sich hier bethätigen. Kurz, daß bei einem sehr gewaltigen Gletscher unter gleicher Neigung der Unterlage die Bewegung der untersten Theile eine so sehr viel schnellere sei als bei einem kleineren, oder daß sie wohl gar in einem directen Verhältniß zu der Mächtigkeit des Gletschers stehe, das scheint uns doch noch keineswegs so ausgemacht. Was nun das andere Moment anlangt, welches für die Erosion in Betracht kommt, nämlich den schon eben in andrer Beziehung erwähnten Druck der Eismasse, so konnte es ja allerdings nicht ohne Einfluß sein, daß bei einem Gletscher der Eiszeit eine größere Last auf den unten eingefrorenen Gesteinsstücken ruhte, doch kam diese stärkere Belastung sicher nicht ausschließlich einer tieferen Eindrückung derselben in das Gestein der Unterlage zu gute. Denn es ist hier nicht zu vergessen, daß das Eis vermöge des Regelationsprocesses doch eine sehr nachgiebige und fügsame Masse ist, und daß sie dies erst recht in solcher Tiefe ist, wo durch den Druck zugleich der Frostpunkt erniedrigt wird. Auf keinen Fall darf man erwarten, daß die Intensivität der Erosion hier in demselben Grade wie die Eisbelastung wachse, wie etwa der Fall sein würde, wenn eine unnachgiebige Masse von demselben Gewicht auf jenen als Feile benutzten Gesteinsbruchstücken ruhte. Eher wird ein solches directes Verhältniß bei dem Gewicht eines solchen Gesteinstückes selbst bestehen, so daß mit der zunehmenden Dicke und Schwere desselben — das richtige Härteverhältniß und die geeignete Form vorausgesetzt — auch die Erosionswirkung in demselben Maße wächst, wenn es nun langsam über seine Unterlage geschoben wird[1]. Daß, um zu erodiren, die Zähne härter sein mußten als das zu benagende Gestein und gewiß nicht alles unter die Gletscher gelangende Material dieser Forderung genügte, daß ferner gerade mit der allgemeinen Gletscherüberdeckung das Scheuermaterial, soweit es von oben her gewonnen wird, sich nothwendig stark verringern mußte — davon wollen wir hier garnicht weiter reden. Doch wenn wir so unbefangen erwägen, wodurch denn die mächtigen Gletscher der Eiszeit so außerordentlich viel mehr gekonnt haben sollten als diejenigen, welche Europa jetzt hat, so werden wir in der That mißtrauisch gegen ihre angebliche ungeheure Leistungsfähigkeit.

Es ist auch schon sehr bedenklich, daß man in Norwegen so garnicht selten zwei verschiedene Eisschrammensysteme über einander findet[2], von denen das eine der Abdachung des Landes im allgemeinen, das zweite der nächstliegenden Thalrichtung zu folgen pflegt. Da liegt doch der offenbare Beweis vor, daß die Gletscher der späteren Eiszeit die Schriftzeichen der früheren — und was für geringe Schriftzeichen — nicht auszulöschen vermochten. Auch haben sich im Laufe der Zeit mancherlei andere Thatsachen gefunden, welche die Vorstellungen von riesigen Wirkungen der Eiszeitgletscher gewaltig herabzumindern im Stande sind. Unstreitig eins der schlagendsten Beispiele ist neuerdings von H. Reusch und W. C. Brögger in der Gegend westlich der Mündung des Christianiafjords entdeckt und von dem ersteren in den Verhandlungen der Gesellschaft der Wissenschaften zu Christiania beschrieben und abgebildet worden[3].

Da findet sich „an der Küste östlich von Helgeraa, umschlossen von Syenitmassen, eine kleine metamorphosirte Silurpartie. Die Bergart besteht hier aus senkrechten Schichten von Hartschiefer mit

---

[1]) So möchten wir auch die interessante Beobachtung einer ganz recenten und wohl noch in der Fortbildung begriffenen 3^{cm} breiten und 2^{cm} tiefen Erosionsfurche verstehen, welche Helland in seinem Aufsatz „Om Indsöerne i Italien og Fjordene i Norge“ im Archiv f. Math. og Naturv. 1877 S. 392 mittheilt. — Es dürfte überhaupt auf das Volumen und die Schwere der unter einen Gletscher gelangenden großen und kleinen Steine für die Erosionsfrage ein viel größeres Gewicht zu legen sein, als bisher geschieht.

[2]) Man vgl. hierzu die werthvolle Uebersichtskarte für die Verbreitung der Glacialerscheinungen im südlichen Norwegen in Kjerulf, Stenriget og Fjeldlaeren. 3. Udg. 1878.

[3]) H. Reusch, Jagttagelser over isskuret Fjeld og forvitret Fjeld, Christ. Vid.-Solsk. Forh. 1878 S. 15 f.

Mergelknollen; diese letzteren sind an der Oberfläche weggezehrt, während der Schiefer noch dasteht. Nun sind dessen emporragende Kanten durch Eisscheuerung abgehobelt und gefurcht. Es lag nahe zu denken, daß die Verwitterung der Mergelknollen nach der Eiszeit stattgefunden habe. Dies ist indeß nicht der Fall; die Unebenheiten der Felsoberfläche existirten bereits vor der Eisscheuerung, und diese hat nachher nicht vermocht sie auszuebnen. Der Beweis wurde uns ganz unerwartet gegeben. Da ist ein Theil der Felsoberfläche, 60 Fuß (18,8 m) lang und 15 Fuß (4,7 m) breit, welcher vom Eise gescheuert und doch zugleich vollständig eben ist, dessen Mergelknollen von der Verwitterung ebenso unbeeinflußt und im selben Grade gescheuert sind als der Schiefer; und doch unterscheidet sich hier der Fels, was die Gesteinsart angeht, in keiner Beziehung; die Schichten bilden die unmittelbare Fortsetzung des sowohl verwitterten als gescheuerten Felsens. Die Oberfläche ist ursprünglich eine Bruchfläche, hervorgerufen dadurch, daß dort ein größeres Felsstück weggeführt worden ist. Ueber dessen Form kann man sich einigermaßen eine Vorstellung machen, wenn man den Umriß der unverwitterten Felspartie auf der Zeichnung betrachtet." Die Eispolitur hat hier, wie überall, die weitere Verwitterung wesentlich aufgehalten, und so sind die Mergelknollen da, wo sie vor der Uebergletscherung nicht Zeit gehabt hatten zu verwittern, auch bis jetzt erhalten geblieben.

Nun ist ja freilich nicht zu leugnen, daß selbst unter einer und derselben Gletschermasse die Mittel der Erosion durchaus nicht gleichmäßig vertheilt sein können. Vielmehr wird je nach der verschiedenen Beschaffenheit des Gesteins an der einen Stelle mehr resp. härteres Material losbröckeln und unter den Gletscher gelangen als an der andern, und da diese Steine schwerer sind als das Eis und stets nach der Tiefe streben[1], so werden im allgemeinen die Bedingungen der Erosion in der Tiefe einer Thalmulde am reichlichsten erfüllt sein. Da aber die Eiszeit doch als ein recht langer Zeitraum zu denken ist, und die erwähnten Fälle doch außerordentlich winzige Wirkungen der Erosion zeigen, auch selbst an ziemlich niedrigen Stellen von Thalwänden — wie z. B. Sexes oben erwähntes Zeugniß vom Osterfjord lehrt — sich jene zwei Kritzensysteme über einander finden, so wird man gleichwohl von der Gletschererosion der Eiszeit keine zu hohe Meinung hegen dürfen.

Indeß man denke darüber, was man wolle, und lasse der Phantasie hier, wo allseitig zwingende Beweise nicht zu erbringen sind, immerhin einigen Spielraum — das ist doch wohl eine völlig ausgemachte Sache, daß die Gletscher rund schleifen und nicht eckig, daß sie keine Horizontalebenen mit scharfen Rückenwänden schaffen, sondern Hervorragungen zu Rundhöckern, Vertiefungen zu wohl ausgerundeten Höhlungen umbilden, bis zu den kunstvollst ausgekehlten Furchen. Denn hier summirt sich eine Fülle von Einzelwirkungen, und hat einmal ein größerer und härterer Block eine tiefere Rinne gemacht, so kommen hinterher und nebenher kleinere bis zu Grus und Sand; sie alle werden durch das plastisch sich jeder Reliefform anbequemende Eis an jede Erhöhung oder Vertiefung der Wand des Felsenbetts gedrängt, und jeder macht, wenn hart genug, darauf seinen Riß. Wie soll man nun denken, daß lange Zeit hindurch die sämmtlichen oder doch die weit überwiegende Mehrzahl der Steine an der Seite eines Gletschers nur gerade bis zu dem bestimmten Niveau einer gegenwärtigen Strandlinie fallen, nicht tiefer, und daß sie in Folge dessen dort einen tiefen, scharf winkeligen Ausschnitt verursachen! Das widerspricht absolut jeder Erfahrung, und Niemand ist berechtigt, den Gletschern der Eiszeit zuzutrauen, was nicht in kleinerem Maßstabe die gegenwärtigen Gletscher auch aufweisen.

Daß auch die völlige Horizontalität der Strandlinien auf weite Strecken hin durch Gletschererosion etwas schwierig zu erklären sein dürfte, darauf wollen wir hier so großen Werth nicht legen, denn Sexe

[1]) Es ist uns nicht unwahrscheinlich, daß auch im Gletscher drin die Steine, welche z. B. in der Firnregion oder sonstwie hineingekommen sind, sich allmählich senken, weil die geringere Schwere und die große Nachgiebigkeit des Eises vermöge der Regelation ihnen das Recht des Stärkeren verleiht.

weist darauf hin, daß beim Heraustreten eines Gletschers aus einem Fjord die Bewegung in der Regel eine horizontale sein werde, und das scheint nach grönländischen Vorkommnissen wenigstens für kleinere Strecken ganz plausibel[1]. Und auch das wollen wir hier nicht so sehr urgiren, daß, wie vom nördlichen Norwegen berichtet wird, sich garnicht selten auf beiden Seiten eines Fjordes oder Sundes Strandlinien in ganz gleicher Höhe finden, denn wir haben oben selbst gesagt, daß die bisherigen Höhenbestimmungen meist nur eine ungefähre Richtigkeit beanspruchen dürfen. Sollte sich aber einmal durch genaue Messung bestätigen, was dem Vorüberfahrenden das Augenmaß sagt, so würde das einer der stärksten Beweise gegen Sexes Vermuthung sein. Denn das hieße doch — da an eine etwaige Gunst der Schichtenverhältnisse und Lagerung hier nicht zu denken ist — dem Zufall etwas zuviel zumuthen, wollte man annehmen, daß die Bedingungen für einen tieferen Einschnitt auf beiden Seiten der betreffenden Eiszeit-Gletscher gerade genau in demselben Niveau vorhanden gewesen seien. Doch giebt es auch noch andre Thatsachen, welche für jene Strandlinienbildungs-Theorie schwer zu erklären sein dürften. Welch seltsamer Zufall z. B., wenn Gletscher die wirkende Ursache waren, daß ebenfalls im nördlichen Norwegen so oft zwei parallele Strandlinien, nicht mehr und nicht weniger, sich meilenweit an einander gegenüberliegenden Ufern ganz gleichmäßig verfolgen lassen! Und ferner, wie wunderbar, daß da, wo eine Strandlinie in anstehendem Fels durch einen Thalausgang unterbrochen wird, sehr gewöhnlich eine Terrasse in schönster Regelmäßigkeit und völlig gleicher Flucht die Verbindung herstellt, während doch zu der Zeit, wo in dem Hauptthal ein Gletscher lief, auch in dem Seitenthal ein solcher unmöglich gefehlt haben kann.

Es würde nicht schwer halten, die Zahl der Einwände noch erheblich zu vermehren, doch glauben wir, daß es damit genug ist. Kurz, wenn wir Sexes Hypothese unbefangen an den Thatsachen prüfen, so finden wir nichts, was dafür, wohl aber recht Vieles, was gegen sie spricht. Und wenn es wirklich echte Glacialstreifung ist, was Sexe in der Linie am Osterfjord (Nr. 8) entdeckt hat, so beweist doch schon die thalauswärts geneigte Richtung dieser Eisschrammen, daß die Bildung der horizontalen Strandlinie mit ihnen nicht zusammenhängen kann. Auf der andern Seite aber scheint es uns nicht so unglaublich, daß ein Gletscher eine Strandlinie in festem Gestein bereits vorfand und nur daran nagen und seine Schriftzeichen darauf setzen konnte, ohne zugleich im Stande zu sein, sie zu vernichten. Wir kommen darauf, wie auf die Rollsteine, welche Sexe verschiedentlich in Strandlinien vorfand, noch später zurück.

Schrieb Sexe die Bildung der Strandlinien in anstehendem Fels ohne Rücksicht auf irgend welchen Meeresstand den Gletschern der Eiszeit zu, und suchte er dadurch ihre Beweiskraft für Hebung und Art der Hebung des Landes zu vernichten, so sind die übrigen Forscher sämmtlich darin einig, dieselben in Beziehung zu gewissen früheren Meeresniveaus zu setzen. Doch gehen über die Art und Weise dieser Beziehung und über den unmittelbaren Urheber jener Horizontal-Einschnitte die Ansichten wiederum nach zwei Richtungen aus einander. Der Gedanke, es möchte am Ende treibendes Eis die Ursache gewesen ein, kam, wie oben (S. 2) erwähnt, schon Keilhau, um jedoch sogleich wieder als eine unbefriedigende Erklärung von ihm verworfen zu werden. Karl Pettersen hat ihn aufgenommen und eingehender zu stützen versucht (vgl. oben S. 6). Nachdem derselbe seine Beobachtungen von acht näher untersuchten Strandlinien mitgetheilt, sucht er, wie auch schon Mohn vor ihm gethan, aus ihnen eine Anzahl von Anhaltspunkten für die Beantwortung der Entstehungsfrage zu gewinnen. Er constatirt eine besondere

[1]) Nur für kleinere, denn so lange solch ein mächtiger Gletscher in einem Fjord auf dem Grunde läuft, muß er in seiner Bewegung die Neigung desselben mitmachen; wo aber die Tiefe zu groß wird, als daß er nach seiner Dicke und Schwere noch ferner den Boden erreichen könnte, wird auch sehr bald die Stelle kommen, wo durch die sogenannte Kalbung von Zeit zu Zeit die jedesmal vordersten Stücke sich loslösen, um als Eisberge weiter zu schwimmen.

Häufigkeit der Strandlinien längs der Sunde, und zwar vornehmlich da, wo starke Strömung herrscht. Wo aber einzelne Strandlinien sich in nach innen abgeschlossenen Fjorden finden, da sei dies, meint er, nach den bisherigen Beobachtungen doch nur an solchen Stellen der Fall, wo mit Bestimmtheit vorausgesetzt werden könne, daß dort in Zeiten höheren Meeresstandes ebenfalls offene Sunde, also wohl auch starke Strömung existirt habe. Er constatirt hierauf die Unabhängigkeit der Strandlinien von der petrographischen Beschaffenheit sowie den Structur- und Lagerungsverhältnissen der Gesteine, und weist dann auf die Thatsache hin, daß in der Regel zwar den Strandlinien auch Terrassen entsprechen, nicht aber umgekehrt auf jedes Terrassenniveau eine Strandlinie kommt. „Der horizontale Lauf dieser Linien", so heißt es (S. 199) weiter, „in Verbindung mit dem Umstande, daß man sie, wo sie von größeren Flußläufen durchschnitten werden, hier in der Regel mit der schwach geneigten Oberfläche einer an den Flußlauf geknüpften von losem Material gebauten Terrassenbildung zusammenfallend findet, macht es unzweifelhaft, daß sie in der Gegend des Meeresspiegels und jedenfalls unter dem höchsten Wasserstand gebildet sein müssen. Die Strandlinien ebensowohl wie die Terrassen sind also hinterlassene Spuren ehemaliger Meeresstände." Daß das Meerwasser hier nicht das wesentlich wirkende Agens gewesen sein könne, das, meint er, werde wohl von vornherein klar sein. Und ebenso könne wohl keinem sonderlichen Zweifel unterliegen, daß die Ausgrabung der Strandlinien dem Eise zugeschrieben werden müsse.

Bevor wir dem Gedankengang Pettersens weiter folgen, müssen wir zu dem Bisherigen einige Bemerkungen machen. Daß wirklich die Strandlinien in besonderer Häufigkeit, Regelmäßigkeit und Schärfe in Sunden beobachtet worden sind, ist richtig, und es ist auch schon von Mohn darauf aufmerksam gemacht worden, daß wenigstens die besonders tief eingeschnittenen sich an solchen Stellen finden, wo eine starke Fluth- und Ebbeströmung vorhanden ist. Doch fehlt es an Strandlinien — wie unser obiges Verzeichniß ergiebt — auch anderwärts keineswegs, und zwar nicht blos in den Fjorden, sondern auch draußen in der Nähe des offenen Meeres. Gerade an jenen Außenküsten ist, das darf man nicht vergessen, noch verhältnißmäßig am wenigsten danach gesucht worden. Daß ferner die sogenannten Eide, welche, als tief eingeschnittene, niedrige Thalfurchen von Fjord zu Fjord ziehend, die zwischen den Fjorden liegenden Halbinseln meist mehrfach in inselartige Stücke zertheilen, in Zeiten höheren Meeresstandes einst Sunde waren, kann freilich nicht bezweifelt werden. Ob aber ihre Wasserbedeckung die von Pettersen vermuthete Beziehung zur Bildung der beobachteten Strandlinien haben konnte, ist uns doch fraglich. Denn gerade im nördlichen Norwegen liegen die letzteren meist in verhältnißmäßig sehr niedrigen Niveaus, und sollte über ein jetziges Eid hinweg eine lebhafte Strömung gehen, so durfte der Wasserstand über demselben doch auch nicht etwa nur ein ganz seichter sein. Wir kennen die genauen Höhen jener Eide nicht, sind aber nach unsern Erfahrungen im südlichen Norwegen bis incl. Trondhjems Stift wenig geneigt, ihnen eine so geringe Erhebung, als in dem vorliegenden Falle nothwendig sein würde, zuzutrauen. Damit soll natürlich nicht gesagt sein, daß nicht eine mäßigere Gezeiten-Strömung ebenso wie jetzt so auch in früheren Zeiten, gleichviel ob die gegenwärtigen Eide damals unter Wasser lagen oder nicht, stets in den Fjorden vorhanden gewesen sein müsse. Wenn aber endlich Pettersen bezüglich der Hauptfrage, ob das Meer oder ob das Eis die Strandlinien geschaffen, sich kurz mit der Bemerkung abfindet, es sei ohne Zweifel das eine nicht, sondern das andre der Fall, so unterläßt er damit doch gerade die Fundamente seiner weiteren Ausführnng durch Gründe zu belegen.

Indem Pettersen sich weiter die Frage vorlegt, unter welchen Verhältnissen denn nun Eis die Strandlinien gebildet haben könne, verwirft er (S. 200) die Entstehung durch Gletschereis. Denn, meint er, die Gletscher scheuerten die Thäler zwar ansehnlich aus, aber doch so, daß die ursprüngliche Form im wesentlichen bewahrt bleibe. Wenn nun das niedergleitende Eis von älteren Einschnitten oder Absätzen längs der Felswände aufgefangen werde, so werde es sie allerdings weiter fortbilden und

dadurch mehr oder minder horizontal liegende wegartige Furchen hervorrufen können, aber diese „stumpfartigen" Flächen würden blos eine entfernte Aehnlichkeit mit den „Wegbahnen" der Strandlinien haben und kaum mit diesen zu vermengen sein. Auch daß die Strandlinien vorzugsweise sich in den offenen Sundläufen längs der Festlandsküste, und seltener in den weiter innen liegenden Fjorden vorkämen, spreche gegen die Gletscher, denn wären die letzteren die Ursache, so müßte man das Umgekehrte erwarten, da ihre gewaltigsten Eismassen sich in den Fjordbetten herunter seewärts bewegt haben müssen. Auch liege eine Anzahl von Strandlinien so tief, daß sie unzweifelhaft in der postglacialen Zeit gebildet sein müsse, bei deren Beginn das nördliche Norwegen gegen 300 norw. Fuß (94,1 m) tiefer gelegen habe als jetzt (S. 201). Sei aber ihre Entstehung sowohl in der glacialen als in der postglacialen Zeit anzunehmen, so müsse dieselbe unter Verhältnissen vor sich gegangen sein, welche in beiden genannten Zeiträumen stattgehabt haben könnten, und das Gepräge aller Strandlinien, der höheren wie der niedriger liegenden, sei auch ein so durchaus einheitliches und gleichartiges, daß man sie auch auf ganz gleichartig wirkende Kräfte zurückführen müsse. So kommt Pettersen auf die Ausscheuerung durch schwimmendes Fjord- und Küsteneis und wiederholt nun, was er schon vorher aus der engen Beziehung zu Terrassen gefolgert, daß dieselbe „unter dem gewöhnlichen Wasserstande und in der Regel im Littoralgürtel" stattgefunden haben müsse (S. 202). Hier mußte natürlich die Strömung eine bedeutende Rolle spielen. „Nun sind indeß die Küstenstriche und Sundläufe des nördlichen Norwegens zur Zeit ganz eisfrei, und nur die innersten Theile von tiefer eingeschnittenen Fjorden können während der strengsten Wintermonate mit Eis bedeckt sein. Unter den jetzt herrschenden klimatischen Verhältnissen fehlen die nothwendigen Bedingungen für die Bildung von Strandlinien so gut wie ganz. Es wird daher nöthig sein vorauszusetzen, daß die meteorologischen und klimatischen Verhältnisse während der postglacialen Zeit verschiedenen periodischen Wechseln unterworfen gewesen sein müssen, indem die Strandlinien nur innerhalb bestimmter über einander liegender Niveaus ausgeprägter hervortreten. Während der postglacialen Zeit müssen also kältere Perioden zu wiederholeen Malen mit wärmeren gewechselt haben. Während der kälteren Zeitabschnitte können Massen von Meereis gegen die Küste getrieben und durch Strömung in die Sundläufe hineingeführt worden sein, während umgekehrt auch Eismassen von localen Gletschern, welche damals in größerem Maßstabe als gegenwärtig sich durch die Gebirgseinschnitte niederbewegt haben, durch Strömung nach außen geführt wurden. Während dieser kalten Perioden sind da die Strandlinien ausgegraben worden" (S. 221). Auf einige Beobachtungen, in denen Pettersen einen thatsächlichen Anhalt für diese seine Anschauungen zu finden glaubte, kommen wir später zurück.

Wir haben bei dieser kurzen Zusammenfassung alles weggelassen, was sich auf die große Streitfrage der gleichmäßigen oder ungleichmäßigen Hebung Norwegens bezieht, der Pettersen auch hier wie in seinen andern Schriften eine eingehende Aufmerksamkeit gewidmet hat. So beschränken wir uns auch in den folgenden kritischen Bemerkungen streng auf dasjenige, was für den Gang unsrer Untersuchung nothwendig ist, möchten aber damit nicht den Schein gewinnen, als ob wir alles andere, was hier nicht angefochten wird, ohne weiteres unterschrieben. Daß Treibeis Felsen scheuern kann, wird heutzutage Niemand mehr bezweifeln, doch trägt es, geradeso wie die Gletscher, gleichsam das Handwerkszeug dazu nicht in sich selbst, sondern muß es von fremd her entlehnen. Rühren die betreffenden Eisstücke von Gletschern her, so können sie von dort bereits eingefrorenen Sand, Steine ꝛc. mitbringen. Aber auch wo nur irgend eine schwimmende Eismasse, sei es durch Festfahren auf Untiefen, sei es durch Streifung am Ufer, mit losen, namentlich scharfkantigen Gesteinsfragmenten in stärkere Berührung tritt, da vermag sie dieselben zu ergreifen und durch Einfrieren sich einzuverleiben. Stößt sie damit dann wieder auf festes Gestein, sei dies nun anstehender Fels, seien es größere, von ihr nicht bewegte Blöcke, so ritzen, scheuern, poliren die in ihr eingefrorenen Gesteinsbrocken daselbst, je nach ihrer Härte, Größe, Scharfkantigkeit ꝛc.

Demnach möchte es scheinen, als ob in Bezug auf Erosion das Verhalten des Treibeises dem des Gletschers — natürlich abgesehen von der thalwärts geneigten Bewegung des letzteren — im wesentlichen analog wäre; doch zeigt eine genauere Betrachtung bald erhebliche Verschiedenheiten. Denn die Bewegung eines Gletschers ist ruhig und stetig und andauernd gleich gerichtet, die der von Sturm und Wellen bewegten Eismasse ist alles dieses nicht. Auch wo eine ausgesprochene und intensive Strömung sie lange Strecken in gleichbleibender Richtung führt, wird sie bei einigem Seegang auf und nieder schwanken. Streift sie nun so an einer felsigen Küste und vermag sie ihr, so zu sagen, Schleifzeug in Berührung mit derselben zu bringen, so muß jene schwankende Bewegung auch in der Art der etwaigen Erosion sich äußern: schwimmendes Eis wird im allgemeinen mehr zum Poliren als zum Ziehen regelmäßiger Furchen an den Küstenfelsen geeignet sein.

Wichtiger noch ist die ungemein wechselnde Dicke des Eises. Pettersen selbst nimmt ein Zusammenwirken von Gletschern, also dicken, tiefgehenden Eisbergen, und Meereseis, also zunächst den viel minder dicken Eisschollen an. Aber nun bleiben ja einerseits Schollen und Berge oder Blöcke nicht von einander getrennt, sondern fahren in buntem Gemisch durch einander; andrerseits vollzieht sich im Meere in größtem Maßstabe, was im kleinen jeder Eisgang unserer Flüsse und namentlich das zum Stehenkommen des Grundeises zeigt. Wo eine Eisscholle sich langsamer bewegt als eine andere — und das geschieht auf dem Meere namentlich bei einem Treiben durch Wind infolge der Verschiedenheit von Form, Größe ꝛc. — da erfolgt, wenn die schwerfälligere von den flinkeren erreicht wird, eine Ueberschiebung der letzteren auf die erstere, und wo nun gar durch irgend welches Hinderniß solche Masse zum Stehen kommt, da kann durch Heranführen neuer Stücke eine ganz gewaltige Aufstauung und Emporschraubung stattfinden. Das alles hat der unglückliche „Tegetthoff" gar bitter erfahren, und Weyprecht, sein wackerer Führer, hat uns in trefflichen Zügen ganz neuerdings diese Vorgänge der Eisbewegung geschildert[1]. Fortwährend neue Vereinigungen durch Zusammenfrieren und wieder Zerreißungen durch ungleiche Spannung bringen immer neue Mannichfaltigkeit der sich bildenden Eiscomplexe hervor, und so kommt es, daß schon auf ganz kurze Strecken eine momentan zusammenhängende Eismasse Stücke des verschiedensten Ursprungs und Alters und sehr bedeutende Unterschiede der Dicke aufweisen kann. Wenn nun auch alles dies auf dem offenen Meere großartiger und wilder vor sich geht, so konnte es doch auch in den Sunden und Fjorden keineswegs fehlen, und solchen in ihrer Dicke mannichfach wechselnden, von Wind und Wogen auf und nieder bewegten Massen soll man die Ausarbeitung jener meilenweit völlig horizontalen und regelmäßigen „Wegbahnen" zutrauen? Rundung von Klippen[2] und in das Meer hineinragenden niedrigen Felsvorsprüngen, auch wohl unter günstigen Umständen[3] Polirung steiler Küstenwände ist ihre Arbeit, Strandlinienbildung nicht. Wo aber ein unterseeischer Felsabsatz schon vorher vorhanden war, werden sie

---

[1]) K. Weyprecht, die Metamorphosen des Polareises. Wien 1879.

[2]) So scheint uns jene völlig regelmäßige Rundung zahlloser Klippen an der norwegischen Außenküste wie in der weiten Mündung des Christianiafjords durchaus nur durch Scheuerung von Seiten treibenden Eises erklärbar. Wären Gletscher die Ursache, so würde man auch hier, wie so oft an Klippen und kleinen Felseninseln im Innern der Fjorde, Stoß- und Leeseite erkennen. Denn die Bewegung der Gletscher geht andauernd in derselben Richtung vor sich, und ihr Druck d. h. ihre Erosionskraft beim Ansteigen gegen ein solches Hinderniß ist größer als beim Niedergang auf der andern Seite desselben. Eisblöcke und Schollen dagegen können von Wind und Wellen bald in dieser, bald in jener Richtung gegen eine Klippe und dergl. getrieben werden, und das Resultat der abwechselnd von allen Seiten auf eine solche ausgeübten Scheuerung ist eben die Rundung. Damit ist natürlich nicht gesagt, daß nicht früher auch Gletscher darüber hingegangen sein könnten, sondern nur, daß die jetzige regelmäßige Form durch schwimmendes Eis vollendet wurde.

[3]) Es ist hierbei nämlich nicht außer Acht zu lassen, daß die Scheuerungsmaterialien in der Regel an den Seiten schwimmender Eismassen viel spärlicher vorhanden sein werden, als an ihre Unterfläche.

natürlich im Stande sein auch ihn zu glätten, ebenso wie dies in ähnlichen Falle Pettersen selbst von den Gletschern gesagt hat. Daß indeß auf solche Weise in dem einen Falle so wenig wie in dem andern typische „Strandlinien" zu Stande kommen werden, wird kaum einer weiteren Ausführung bedürfen.

Wie sehr man sich übrigens auch bei dem Treibeis vor einer Ueberschätzung seiner Bedeutung für Erosion hüten muß, mögen die folgenden Beobachtungen beweisen, welche Professor Mohn auf einer seiner Nordmeerfahrten an der Nord- resp. Nordwestküste Spitzbergens gemacht und in Ergänzung mündlicher Mittheilungen uns freundlichst zur Verfügung gestellt hat. Wir geben seinen Brief in Uebersetzung vollständig wieder: „Die Stelle, wo der Strand voll von losen Steinen lag, während Eisschollen vorbeitrieben, war der Sund zwischen den Norweger-Inseln auf der Nordwestseite von Spitzbergen. „Böringen" nahm hier Ballast ein; das große Boot legte am Strande an, und die Steine wurden mit den Händen gleich vom Strande ins Boot gelangt. Beide Ufer des Sundes bestanden am Rande des Wassers aus lauter losen Steinen, wie ein „Ur" (öder, mit Steinen bedeckter Abhang). Der bloße Fels zeigte sich, soweit ich mich erinnere, im Sunde unten am Wasser nicht. In einem höheren Niveau, etwa 20 Fuß (6,3^{m}) oder mehr, war vielleicht eine Andeutung vorhanden, daß die lose Steinmasse eine Bank oder einen Wall mit horizontaler Oberfläche bildete. Größere und kleinere Eisschollen, welche von der Red Bay herrührten, trieben mit Fluth und Ebbe vorwärts und rückwärts im Sunde. Oefters fuhren sie sich am Lande fest. Der Strom war zeitweise so stark und das Eis so schwer, daß die im Sunde liegenden Fischerfahrzeuge (unter ihnen die bekannte Schaluppe „Isbjörn") einige Tage, bevor wir dorthin kamen, die Anker aufnehmen und flüchten mußten. Mein Eindruck ist, daß die Steine (der „Ur") am Strande von der Wirkung des Frostes herrührten, theils in höheren Niveaus, von welchen die Steine herunterrollten, theils in niederen (in situ), und daß die Eisschollen und die Strömung nicht die Macht hatten, sie von ihrem Platze zu bewegen. Irgend welche genauere Untersuchung anzustellen, dazu kam ich nicht. — Auf Jan Mayen sah ich keine Spuren von Strandlinien." Hier war also vorhanden, was die in Rede stehende Treibeistheorie wünscht: starke Strömung und schwimmendes Eis in Menge, das öfters am Lande auffuhr — nur die in Bildung begriffenen Strandlinien fehlten. Man könnte zwar sagen: ja die Eisschollen trafen auch nicht auf nackten Fels. Indeß das war ihre Schuld; der Fels war gewiß nicht fern, aber sie waren eben nicht einmal im Stande, seinen Verwitterungsabfall wegzuräumen. Natürlich wird durch einen solchen Fall nicht die ganze Frage entschieden; aber er mahnt doch zur Vorsicht in der Schätzung der Wirkung uns fern liegender Kräfte. Die Ferne der Dinge reizt die Phantasie.

Die dritte der für die Entstehung der Strandlinien aufgestellten Erklärungen nimmt unmittelbar die Brandung des Meeres als wirkende Ursache an. In diesem Sinne sprach zuerst Bravais sich aus, dann ist diese Ansicht vor allen von Kjerulf aufgenommen. Auch Mohn tritt ihr bei, gesteht indeß zu, daß der eigentliche Bildungsvorgang doch erst noch näherer Erklärung bedürfe, und zwar dies um so mehr, als man vollständig zutreffende Analoga in den gegenwärtigen Küstenbildungen Norwegens bisher nicht beobachtet habe. Bekämpft ist diese Anschauung von Sexe und Pettersen, doch hat nur der erstere den Streit ausführlich aufgenommen, während der letztere sich mit der oben S. 25 erwähnten kurzen Abweisung einer näheren Darlegung seiner Gegengründe überhoben hat. Es ist dies im Interesse der Sache um so mehr zu bedauern, als gerade er von allen betheiligten Forschern am meisten in der Fülle dieser Erscheinungen drin steht und auch am meisten Strandlinien wirklich untersucht hat. Auf Sexes Polemik lastete insofern ein Unstern, als er bei seinen ersten Angriffen noch keine Strandlinien selbst untersucht hatte, und auch sein letzter Aufsatz zu dieser Frage gerade so kam, daß die epochemachenden Beobachtungen Mohns dabei noch nicht benutzt werden konnten. Durch letztere ist gar mancher Ein-

wand, den er gemacht, von selbst in sich zusammengefallen, und es möchte wohl überhaupt sein ganzer Standpunkt zu der Sache ein anderer gewesen sein, hätte er gewußt, daß die bis dahin nur als eine sehr sporadische Erscheinung bekannten Strandlinien, man möchte sagen, sich an der ganzen norwegischen Küste überall finden lassen, wo man sich nur die Mühe nehmen will, danach zu suchen.

Vor allem bestreitet Sexe, daß das Meer überhaupt die Fähigkeit zur Bildung von Strandlinien in anstehendem Fels besitze. Hätte es sie, so meint er, dann hätte es wohl Muße gehabt, dieselbe an seinen gegenwärtigen Felsenufern zu beweisen, zumal sich doch aus Keilhaus emsigen Nachforschungen nichts ergeben habe, was ein Aufsteigen des nördlichen Norwegens in seiner historischen Zeit anzunehmen gestatte. Doch habe er weder selbst auf seinen vielen Reisen, obwohl er sich danach umgesehn, etwas derartiges bemerkt, noch habe er gehört, daß ein Anderer dergleichen gefunden. Im Gegentheil seien an den Felsen im Bereiche der Brandung nicht nur häufig die Scheuerspuren der Eiszeit zu beobachten[1], sondern sie seien dort auch viel frischer erhalten als über demselben, wo der Temperaturwechsel ein viel stärkerer sei und die Verwitterung sie angreife.

Daß ein ganz zutreffendes Beispiel für gegenwärtige Ausnagung von Strandlinien in anstehendem Fels an den norwegischen Küsten bisher nicht aufgezeigt worden sei, erwähnten wir oben (S. 28) auch als Angabe Mohns. Zwar hat Bravais (S. 42 f.) drei Punkte genannt, an denen er diesen Vorgang mit Bestimmtheit zu erkennen glaubte, aber Sexe bestreitet — freilich ohne Angabe der näheren Verhältnisse — für den einen davon, den er gesehn, die Richtigkeit von Bravais' Auffassung, und die Beschreibung des letzteren ist nicht so eingehend, daß man ohne eigene Anschauung in der Sache ein Urtheil gewinnen könnte. Dann hat Hans Reusch auf einen Fall aufmerksam gemacht, wo ein Fels bis zur Höhe des Brandungsbereiches Glättung, höher hinauf aber starke Spuren der Gesteinsabbröckelung zeigte, während nicht weit davon an Stellen, wo nicht der nackte Fels vom Meere bespült wurde, in derselben Höhe wie jene geglättete Zone sich eine Küstenbank von Rollsteinen fand (vgl. oben S. 4 Anm. 4). Von der Bildung einer wirklichen Plattform im Fels ist allerdings, wie der Verfasser auf bezügliche Anfrage uns freundlichst mittheilt, dort nichts zu spüren, und so liegt doch daselbst etwas sehr Beweiskräftiges nicht vor[2]. Dagegen scheint Pettersen (später als Mohns Schrift) im Salangenfjord wirklich mehrere ziemlich zutreffende Fälle gefunden zu haben; er schreibt ihre Bildung wenigstens zu einem wesentlichen Theile der Scheuerung des Eises zu, welches in jedem Winter den inneren Theil des Fjordes bedeckt und im Frühjahr in ansehnlichen Massen gegen die vorliegenden kleinen Inseln stößt[3]. Uebrigens darf diese Armuth an bisher beobachteten Analogieen in dem gegenwärtigen Meeresniveau Norwegens uns keineswegs beunruhigen, denn das Forschen gerade nach diesen Erscheinungen ist weder bequem noch leicht. Dazu reicht eine Dampfschiffreise durch Sunde und Fjorde nicht aus, und auch durch Fußwanderung sind die steilen felsigen Uferpartieen, an denen allein man solche Vorgänge beobachten könnte, gewiß nur selten erreichbar. Sondern mit einem Boote muß man bei Ebbezeit dicht an die Felsen heran, und das wird oft des Seegangs wegen nicht möglich sein. Sind wir demnach geneigt, von einem künftigen ernstlichen und keine Mühe scheuenden Suchen nach diesen Bildungen einen ziemlichen Erfolg zu erwarten, so entnehmen wir den Muth hierzu ganz besonders auch den Erscheinungen, wie sie aus andern Ländern vorliegen und deutlich zeigen, daß das Meer wirklich ganz zweifellos die Fähigkeit hat, Strandlinien im anstehenden Fels zu bilden.

---

[1]) Vgl. hierzu auch Pettersen, z. B. Geolog. Undersögelser i Tromsö Amt II S. 177.

[2]) Ja es ist möglicherweise dieselbe Erscheinung, welche oben Sexe hervorhebt und welche unten S. 31 erläutert wird.

[3]) Pettersen, Om de i fast Berg udgravede Strandlinier S. 217—220.

Wir wollen dabei ganz absehen von zahlreichen schönen Vorkommnissen dieser Art, wie sie sich bei horizontaler Schichtenstellung z. B. in dem Sandstein der Ostküste Australiens[1] und in dem Basalt auf Kerguelensland[2] finden. Ueberall liegt dort die Küstenplattform in oder wenig über dem Ebbeniveau und ist nach Dana an der erstgenannten Stelle im allgemeinen 100 Yards (91 m) breit. Es fehlen aber auch die Belege aus Gegenden mit geneigter Schichtenlagerung keineswegs. Aus der Bay of Islands auf der Nordostseite der Nordinsel Neuseelands (etwa 35° 20′ südl. Breite) beschreibt Dana unter Beigabe der Abbildung eine kleine Felseninsel, welche von ihrer sprechend hutähnlichen Form „der alte Hut" (the old Hat) genannt worden ist[3]. Sie besteht aus einem thonigen Sandstein mit geneigter Schichtenstellung. Die breite Krämpe des Hutes ist im großen und ganzen horizontal und liegt etwa 5 engl. Fuß (1,5 m) über dem niedrigsten Wasserstande. Daß hier die Wellen das ehemals darüberlagernde Gestein bis auf den conischen Rest in der Mitte abgenagt haben, liegt dem Beobachter ganz handgreiflich vor Augen. Es ist dies ein treffliches Gegenstück zu dem Torghatfelsen, wie er, von Süden gesehn, bei Mohn S. 15 abgebildet ist (vgl. die Uebersicht der Strandlinien Nr. 27). Auch das ist ein Hut, nur daß der Kopf etwas spitzer zugeht, und die Krämpe, deren völlige Horizontalität schon 1869 Mohn[4] sehr auffiel, zu ansehnlicher Höhe (109 m) über den Meeresspiegel gehoben ist.

Noch schlagender fast ist ein Beispiel, welches F. v. Hochstetter vom Castle Point an der Ostküste der Provinz Wellington auf Neuseeland nach einer Skizze von Capt. Smith abbildet und folgendermaßen beschreibt[5]: „Die Skizze vom Castle Point zeigt in höchst ausgezeichneter Weise die Bildung einer Küstenterrasse oder Küstenplattform, wie man sie an den Steilküsten von Neu-Seeland und Australien so häufig beobachtet; die auf der Skizze dargestellten, dem Lande zugeneigten Schichten sind vermuthlich abwechselnde Sandstein- und Mergelbänke. Die Schichtenköpfe der einzelnen Bänke treten auf der Plattform unterhalb des Steilabsturzes der Klippen in longitudinalen Rippen hervor und geben der Plattform ein Ansehen, als ob man mit dem Pfluge Furchen gezogen hätte. Die Plattform mag eine Breite von 50—100 Fuß haben; ihre Bildung ist auf die zerstörende, abnagende Wirkung der Brandung zurückzuführen. Solche Küstenplattformen liegen nämlich stets zwischen Ebbe- und Fluth-Niveau, gewöhnlich in $^1/_2$—$^2/_3$ der Höhe des Fluth-Niveaus über dem niedersten Wasserspiegel. Bei Ebbe liegt die Plattform trocken, und nur ihr äußerer Rand wird dann von der Brandung bespült. Bei Fluth ist die Plattform von Wasser bedeckt, und die Brechwogen rollen mit all ihrer zerstörenden Gewalt über die Plattform hinweg bis an den Fuß der Uferklippen, die mehr und mehr unterspült werden. Die Plattform ist somit durch die Brechwogen während der Fluthzeit gebildet und bezeichnet die untere Grenze, bis zu welcher die Fluthwellen zerstörend und fortschaffend wirken, oder die untere Grenze der größten Wellenwirkung, die, wie die Erfahrung lehrt, stets zur Fluthzeit stattfindet. Die weniger heftigen Brandungswogen zur Ebbezeit wirken nur auf den äußeren Rand der Plattform, und die Breite der Plattform entspricht daher dem Unterschied in der zerstörenden Kraft der Wellen zur Fluth- und zur Ebbezeit". Dann fügt er noch (S. 5) hinzu: „Auch an den Ufern des Waitemata bei Auckland habe

---

[1]) United States exploring expedition during the years 1838—1842 under the command of Charles Wilkes, Geology by James Dana p. 109 ff. Vgl. auch F. v. Hochstetter, Geologie, in der Allgemeinen Erdkunde von J. Hann, F. v. Hochstetter u. A. Pokorny. 2. Aufl. Prag 1875. S. 195 und J. Dana, Manual of geology, 2. ed., New-York 1875. S. 664.

[2]) Th. Studer, Geologische Beobachtungen auf Kerguelensland, in der Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Band XXX (Berlin 1878.), S. 332 ff.

[3]) Dana, an beiden oben Anm. 1. citirten Stellen. Die Abbildung wird auch von F. v. Hochstetter, Geologie von Neuseeland (Novara-Expedition, geologischer Theil, I. Band, 1. Abtheilung) S. 5 wiedergegeben.

[4]) vgl. H. Mohn, Torghatten. Christ. Vid.-Selsk. Forh. 1870. S. 448.

[5]) F. v. Hochstetter, Geologie von Neuseeland S. 4.

ich solche Uferterrassen beobachtet. An der Mechanics-Bay bei Auckland z. B. liegt am Fuße der circa 30 Fuß hohen Tertiärklippen etwas unter dem Fluth-Niveau stets eine 6—8 Fuß vorspringende Terrasse oder Plattform, die nach der Wasserseite mit einem circa 4 Fuß hohen Steilrand endet, unter welchem dann erst das Niveau des niedrigsten Wasserstandes bei Ebbe liegt". Niemandem, der jene lehrreiche Abbildung vom Castle Point in Hochstetters Werk sieht, wird es beifallen, dort an Erosion durch Gletscher oder schwimmendes Eis zu denken, und was hier überall in wohl leichter angreifbarem Gestein die Brandung so augenscheinlich vermochte, das wird sie mit natürlich der Schwierigkeit entsprechendem Erfolge wohl auch in widerstandsfähigerem können[1].

Dürfen wir demnach als Thatsache annehmen, daß das Meer solche Erscheinungen, wie die ehemaligen Strandlinien in Norwegen, hervorbringen kann, so bleibt doch der eigentliche Bildungsvorgang immer noch zu erklären. Wie macht das Meer den ersten Einschnitt und wie bildet es ihn weiter fort? Wie entsteht die ebene Horizontalbahn und dahinter die steile Rückwand? Es leuchtet ein, daß der bloße Hinweis auf die Brandung zur Beantwortung dieser Fragen nicht ausreicht, und daß nur die nähere Erläuterung dieses Ausnagungsverfahrens die hier in Rede stehende Erklärung der alten Strandlinien zu einer voll befriedigenden machen kann.

Wenn wir ein Mineral in einer Flüssigkeit lösen wollen, so pflegen wir wohl beide mit einander umzuschütteln und erkennen dann bald, wie hierdurch der Proceß der Auflösung beschleunigt wird. Ganz ebenso ist die Wirkung, wenn wir das Mineral ruhig hinlegen und mit einer Spritze oder dergleichen die Flüssigkeit gegen dasselbe hinschleudern. Was ist in beiden Fällen geschehen? Wir haben die Flüssigkeit und den festen Stoff in innigere Berührung mit einander gebracht und durch den mechanischen Stoß die Losreißung der kleinsten Theilchen d. h. eben die Lösung erleichtert. Ganz analog ist der Vorgang, wo in der Natur ein bewegtes Wasser gegen Felsen schlägt: es wird zunächst die auflösende Kraft des Wassers dadurch vermehrt. Am stärksten ist dieser Stoß des Wassers in der Brandung an den Küsten eines sturmbewegten Meeres mit steil abfallenden Ufern, und so wird auch die auflösende Wirkung an den Felsen dort am stärksten sein[2]. Nun versteht sich von selbst, daß leichte und schwere Löslichkeit und alle diejenigen Verhältnisse, welche sonst fördernd oder hemmend auf eine Auflösung einwirken, hier ebenfalls den Erfolg erhöhend oder verringernd sich bethätigen müssen. Ein weicher Kalkstein oder ein Sandstein mit leicht auflöslichem Bindemittel wird leichter auszunagen sein als ein harter Gneis oder Gabbro, und auch Structur und Einfallswinkel der Schichten werden, da sie das Eindringen des Wassers erleichtern oder erschweren, hier nicht ohne Einfluß sein. Glacialpolitur, welche die hauptsächlich als Angriffspunkt dienenden kleinen Unebenheiten auf ein Minimum reducirt und die feinen Spältchen verwischt, sowie namentlich der Rundschliff, der noch dazu den Stoß ablenkt, werden die Widerstandsfähigkeit gegen jenen Angriff wesentlich erhöhen[3], natürlich dies wiederum in directem Verhältniß zu den sonstigen betreffenden Eigenthümlichkeiten des Gesteins.

---

[1]) Auch K. v. Fritsch fand, wie wir einer gütigen mündlichen Mittheilung desselben entnehmen, im Jahre 1866 am Marmarameer einen im allgemeinen horizontalen und ebenen Felsabsatz, welcher in einer Höhe von wenigen Metern über dem Wasserspiegel wegartig am Küstenabhang entlang lief. Das Gestein lag blos, er konnte daraus Petrefacten sammeln; die Schichtenstellung war eine geneigte, und vorgefundene Bohrmuscheln bekundeten eine Hebung. So kann man kaum bezweifeln, daß dort wirklich eine den norwegischen ganz gleichartige, nur noch nicht so hoch gehobene „ehemalige Strandlinie" vorlag.

[2]) Natürlich treten dabei nun auch noch allerlei weitere chemische Processe auf. Von denen sehen wir indeß hier ab, da sie je nach der mannichfaltigen Zusammensetzung der Gesteine sehr verschieden sein müssen. Wir können hier nur von denjenigen Vorgängen reden, welche, wenn auch dem Grade nach sehr wechselnd, bei allen Gesteinen stattfinden.

[3]) Damit erledigt sich der oben S. 29 erwähnte Einwand Sexes. Rückt durch Hebung eine solche polirte Stelle allmählich so hoch, daß sie von den Wellen nicht mehr erreicht wird, so beginnen ganz andere Agentien ihre Thätigkeit,

Zu dieser auflösenden Thätigkeit kommt eine gröber mechanische nach zwei Seiten hin. Da wirkt zunächst schon der Stoß des Wassers allein ebenso wie auf die kleinsten Theilchen so auch auf die größeren und sucht namentlich die hervorstehenden Ecken auszubrechen. Gelingt ihm das, so gewähren die dabei neu entstandenen Ecken und Kanten ihm neue Angriffspunkte, an denen er nun dieselbe Arbeit weiter fortsetzt. Andererseits aber greift eine starke Brandung auch die Steine auf, welche sie etwa in ihrem Bereiche findet, und bedient sich ihrer als Geschosse gegen den anstehenden Fels[1]. Nun gehen allerdings die einzelnen Stöße weder in horizontaler noch in verticaler Beziehung immer in derselben Richtung, sondern je nach der Fortpflanzungsrichtung und Höhe der Wellen wird sich hierin ein mannichfacher Wechsel zeigen. Aber indem auf solche Weise alle Möglichkeiten der Stoßrichtung immer aufs neue wieder durchlaufen werden, ist die Resultante aller dieser unzähligen Componenten doch gleich einem Angriff in einer horizontalen Ebene in dem Niveau stärkster Kraftäußerung d. h. zwischen Fluth und Ebbe. So wird auch das Endziel dieser Angriffe die Herausarbeitung einer horizontalen Ebene in dem bezeichneten Niveau sein müssen. Daß nun wiederum dies alles in dem einen Falle mehr gelingt als in dem andern, daß auch hier Härte, Zusammensetzung, Lagerung, etwaige Politur und namentlich auch glaciale Rundung der Felsen eine mächtige Rolle spielen, bedarf kaum einer näheren Darlegung. Daß aber trotz aller Hindernisse der Angriff schließlich überall gelingt, das beweist schon die Steilheit der Ufer, welche alle Felsküsten charakterisirt; und daß diese Steilheit unter übrigens gleichen Verhältnissen da am größten zu sein pflegt, wo die Wellen am wildesten gegen die Küsten toben[2], das deutet wiederum mit zwingender Gewalt auf den ursächlichen Einfluß der Brandung hin.

Freilich ist jene Steilheit nicht direct die Wirkung der Wellen, sondern die letzteren unternagen und unterhöhlen nur, und das Uebrige thut dazu Frost und Schwere. Ist nämlich so ein Felsstück seiner bisherigen festen Unterlage beraubt, so erweitern sich in ihm vermöge der Schwere die feinen Spalten,

---

wie dies von Sexe (Jaettegryder og gamle Strandlinier S. 39 f.) sehr richtig auseinandergesetzt wird: stärkerer Wechsel der Temperatur, verschiedener Ausdehnungscoefficient der das betreffende Gestein zusammensetzenden Mineralien ꝛc., und ihre zerstörende Wirkung wird wieder je nach der Beschaffenheit und Lagerung des Gesteins, Niederschlag, Wetter- und Leeseite ꝛc. verschieden sein. Daß die Brandung überhaupt ein schwacher Erosionsfactor sei, folgt aus der Erhaltung von Glacialpolitur und -Streifung in ihrem Bereiche noch keineswegs, sondern nur, daß sie gerade an dieser Oberflächenbeschaffenheit besondere Schwierigkeiten findet — Schwierigkeiten, welche zwar für die Verwitterung ꝛc. auch nicht gleichgültig sind, aber doch, namentlich bei gewissen Gesteinen, für sie nicht in demselben Maße gelten als für die wesentlich mechanische Thätigkeit der Wellen.

[1]) Da die Gesteine im Wasser bekanntlich einen Theil ihres Gewichtes verlieren, so vermag die See in Bewegung von Steinen und Felsblöcken ganz Erstaunliches zu leisten. H. Reusch erwähnt in seiner Monatsschrift „Naturen," II. Jahrgang, Christiania 1878, S. 94, daß er auf der Südseite des Statlandes einen Block mit Dimensionen von 17, 3 und 4 Fuß (norw.) von den Wellen bewegt gesehn habe, und fügt dann nach dem Bericht des Marine-Capitäns Rye folgende interessante Mittheilung hinzu: „Auf dem Marsten in der Mündung des Korsfjord, südlich von Bergen, wurde ein neues Leuchtfeuer eingerichtet und vorigen Herbst angezündet. Um für die Bedienung des Leuchtfeuers den Verkehr bei ihrer Wohnung etwas weniger beschwerlich zu machen, wurde das aus zerrissenem Fels bestehende Terrain in der Nähe des Gebäudes einigermaßen planirt. Dies geschah dadurch daß man Steine von verschiedener Größe bis zu 4—6 Kubikfuß in die Vertiefungen wälzte. Die Planirung um die Assistentenwohnung, welche 65 Fuß über dem Meere und etwa 250 Fuß in horizontalem Abstand von demselben liegt, wurde bei einem Südweststurm im vorigen Herbst vollständig aufgerissen und die Steine theils ganz weggespült, theils als eine Geröllbank gegen die Wand des Gebäudes aufgestaut. Dabei ist zu beachten, daß das Gebäude selbst nicht auf irgend welchem Abhang gegen das Meer hin liegt, sondern vielmehr auf einer im großen und ganzen horizontalen Fläche, welche von einer Abdachung von 1 : 1½ begrenzt wird. Das Haus ist von Beton (hydraulischer Mörtel) und hat keinen andern Schaden erlitten, als daß es eine Anzahl Schrammen von dem Bombardement aufweist".

[2]) Man vergleiche z. B. H. Reusch, Traek af Havets Virkninger paa Norges Vestkyst (siehe oben S. 4 Anm. 5) S. 226 f. und Studer, Geolog. Beobachtungen auf Kerguelensland S. 332.

welche jedes Gestein besitzt, und geben dem athmosphärischen Wasser leichteren und reichlicheren Zugang. Dieses kann einerseits nun durch Entführung leichtlöslicher Stoffe besser als bisher den Zusammenhang der Theile lockern, andrerseits treibt es durch seine Ausdehnung beim Gefrieren die Spalten weiter auseinander. So wird, je nach der sonstigen Beschaffenheit des Gesteines früher oder später, der Zusammenhalt des überhängenden Stückes mit der übrigen Felsmasse schließlich soweit gelöst, daß dasselbe abbricht und herunterstürzt, eine ungefähr senkrechte Bruchwand zurücklassend. Unten angekommen kann dann der Block, falls er im Brandungsgürtel liegen bleibt, mit als Geschoß gegen den eigenen Felskörper, dem er entstammt, verwendet werden.

Wären die eben beschriebenen Vorgänge allein maßgebend, so würden sämmtliche Felsküsten senkrechte oder nahezu senkrechte Uferwände zeigen. Daß dies sehr oft nicht der Fall ist, das weist uns auf die Mitwirkung einer andern Gruppe von Processen hin, welche durch Niederschlag und Verwitterung eingeleitet werden. Letztere greift mit Vorliebe die hervorragenden Kanten und Ecken an, und auch das niederrinnende Wasser geht, indem es sich dabei der mitgeführten Steine als Werkzeuge bedient, auf die Ausbildung gleichmäßig schräger Bahnen aus. In dieser Rivalität von Brandung und Athmosphärilien kommt es nun darauf an, welcher von beiden zerstörenden Factoren unter den obwaltenden Umständen der wirksamere ist. Arbeitet die Brandung schneller als die Athmosphärilien, so wird auch ihr Bestreben zur Steilwandbildung die Oberhand gewinnen, während im umgekehrten Falle eine mehr oder minder große Abschrägung der Ufer sich geltend machen wird. Ersteres dürfte, wenn nicht sonstige Verhältnisse wiederum die Sache weiter compliciren, im allgemeinen bei minder widerstandsfähigen, letzteres bei widerstandskräftigeren Gesteinen überwiegend der Fall sein. Dabei ist indeß zu bedenken, daß ein und dasselbe Gestein im Wasser sich gegenüber den zerstörenden Einflüssen ganz anders verhalten kann als in der Luft.

Soll nun durch die erwähnten Vorgänge eine „Strandlinie in anstehendem Fels“ zu Stande kommen, so ist die Hauptsache nicht so sehr, daß die steile Rückwand, als daß die Horizontalbahn, der wichtigste und charakteristischeste Theil derselben, gebildet resp. erhalten werde. Stürzen die Felsbruchstücke von oben her zu massenhaft herunter, so wird sich allmählich ein Wall von Geröll am Fuße der Steilwand bilden, welchen die untere Rückströmung der Brandungswellen zu sanfter Abdachung auszuebnen bemüht ist. Dann wird eine Zeit lang noch immer eine regelmäßige Benagung des Felsens durch die Wellen stattfinden, aber je mehr der Geröllgürtel in die Höhe und Breite wächst, werden diese auch immer seltener und mit immer minderer Gewalt das anstehende Gestein erreichen und schließlich garnicht mehr bis dorthin gelangen. Räumte man dann das Geröll einmal irgend wo bis auf die feste Unterlage weg, so würde nicht eine Horizontalbahn, sondern ein vielleicht winkelig aber doch schräg ansteigender Fuß des Felsens zu Tage treten.

Wie man sieht muß also, soll eine ordentliche Horizontalbahn zu Stande kommen, die sich bildende Felsplattform im wesentlichen immer hübsch klar bleiben. Etwas Geröll darauf ist natürlich als Handwerkszeug sehr erwünscht und hilft zur Benagung der Rückwand, aber es darf sich nicht in so dicker Schicht auflagern, daß es nicht wenigstens bei stärkerem Seegang bis auf den festen Felsgrund bewegt werden könnte. Es ist also auch eine gewisse Steilheit des Uferabfalls und eine gewisse Tiefe nöthig, wohin ein Theil des Gerölls immer wieder bei Seite geschafft werden kann, damit er nicht als unnützer Ballast die Weiterarbeit hindert.

Sehn wir nun zu, was geschehen wird, wenn eine solche Horizontalbank durch Hebung allmählich emporsteigt. Augenscheinlich wird eine Zeit lang noch an ihrer Fortbildung gearbeitet werden. Kommt sie aber allmählich so hoch, daß sie von der gewöhnlichen Fluth überhaupt nicht mehr oder nur noch wenig bespült wird, so wird die Brandung bereits etwas unter dem äußeren Rande derselben den neuen

Angriff beginnen und danach streben, dort eine neue Plattform anzulegen[1]. Geht die Arbeit in der dafür zu Gebote stehenden Zeit schnell genug von statten, so mag die alte Strandlinie ganz oder größtentheils vernichtet werden und in ihren Spuren sich völlig verwischen, wenn nun die Athmosphärilien mit ihrem Haß gegen scharfe Kanten und Geradlinigkeit der Formen darüber kommen. Aber dasselbe Loos wird dann die zweite, dritte, vierte ꝛc. Plattform auch ereilen, bis einmal bei längerem Stillstand der Hebung ein so tiefer Horizontaleinschnitt in den Fels geschaffen wird, daß er bei aufs neue beginnendem Aufsteigen nicht wieder ganz zerstört werden kann. Dann mögen auch einzelne Rollsteine darauf liegen bleiben als Zeugen, was hier geschehn[2]. Daß eine Strandlinie, von deren äußerem Rande es steil herunter geht, in ihrer ganzen ursprünglichen Breite erhalten ist, darf man wohl niemals erwarten. Anders muß sich die Sache gestalten, wenn etwa bei geringerer Wassertiefe und reichlich vorhandenem Geröll die durch die rückläufige Unterströmung der Wellen von der Strandlinie heruntergeführten Steine, Sand ꝛc. sich vor derselben allmählich bis zu ihrem Rande wallartig aufgethürmt haben. Dann kann die Gewalt der Wellen auf diesem ganz sanft ansteigenden Wall sich schon bedeutend brechen und infolge dessen die Weiterbildung der Strandlinie, nach innen, damit aber auch die Geröllzufuhr von oben sich entsprechend verlangsamen, und schließlich nur noch bei besonders hohem Seegang das Wasser den Fuß der Rückwand erreichen. Tritt unter solchen Umständen eine Hebung ein, so wird dieser Wall die Strandlinie vor den Angriffen des Meeres und damit vor der Wiederzerstörung wenigstens durch diesen Feind schützen. Sie wird, soweit nicht die Erosion des von den Bergen herabrieselnden Wassers dies verhindert, in ansehnlicherer Breite und in verhältnißmäßiger Deutlichkeit erhalten bleiben, und ein sanfter geneigtes Terrain aus losen Materialien wird von ihr zum Meere herunterführen. Von dieser Art sind verschiedene der von Pettersen beschriebenen Vorkommnisse, und wir glauben sie in der angegebenen Weise einfach und ungezwungen zu erklären.

Damit sind wir bereits auf die Zerstörung der Strandlinien geführt worden, welche bisher vielfach zu wenig berücksichtigt worden ist. Sicherlich hat auf die oben soeben dargelegte Weise das Meer gar vieles wieder vernichtet: äußerst sprechend in dieser Beziehung treffen gar oft Schmalheit der Horizontalbahn und Steilheit des Felsabfalls von ihrem Außenrand herunter, andrerseits Breite derselben und sanfte Abdachung aus losem Terrain zusammen. Aber auch Niederschlag, Frost und Verwitterung, sowie große und kleine, dauernde wie nur zeitweise von den Höhen herunterkommende Wasserbäche haben hier zweifellos viel gethan, und namentlich sind dem letztgenannten Factor die Lücken zuzuschreiben, welche bei minder gut erhaltenen Strandlinien die regelmäßige Bahn da unterbrechen, wo der Berg eine Einbuchtung zeigt. Eben diese Einbuchtung selbst ist als das Werk der rieselnden Wässer zu betrachten, welche den Verwitterungsschutt fortführen und durch mitgeführte größere Steine zugleich erodiren. Wo der so gebildete Ausschnitt bereits bis auf den Scheitel des Verticalwinkels gelang, welchen die Plattform der

---

[1]) Daß es der Brandung gelingen könnte, durch Scheuerung des von der Rückströmung auf der festen Unterlage geschleiften Gerölls die Plattform in gleichem Schritt mit der Hebung entsprechend zu vertiefen, ist wohl nur unter besonders günstigen Umständen denkbar, da ihre Hauptwirkung immer in dem Scheitel des Winkels liegt, welchen die Rückwand mit der Plattform bildet, und auch eine so gleichmäßige Vertheilung der Geröllmasse auf letzterer, als nöthig wäre, um bei der Schleifung die Ebenheit und Horizontalität zu bewahren, in der Regel nicht anzunehmen ist.

[2]) Wenn Sexe (vgl. oben S. 20) hier und da auf Strandlinien Rollsteine fand, die er für der Stelle fremd hielt, so hat dies an sich noch kein besonderes Gewicht, so lange nicht festgestellt ist, daß sie nicht als Bruchstücke von oben her, sei es durch einfaches Niederstürzen, sei es durch irgend welchen dauernden oder intermittirenden Wasserlauf heruntergeführt sein können. Selbst eine große Steilheit der Felswand würde hierbei nicht hindern, da gerade bei Strandlinien an steilen Abhängen der Gedanke besonders nahe liegt, daß sie einst breiter waren und ein Theil der ursprünglichen Breite durch den unausgesetzten Angriff von unten und das Nachstürzen des Gesteins wieder vernichtet wurde.

Strandlinie mit der Rückwand bildete, da ist natürlich die Spur derselben völlig verlöscht. Dagegen blieb der Fels zwischen den von den Bergwässern gewählten Hauptwegen in einer Anzahl von Vorsprüngen bestehn, und hier konnte in der Regel die Strandlinie, zumal wenn sie nicht auf der Wetterseite lag, mit einiger Regelmäßigkeit und Klarheit erhalten bleiben.

Und nun kehren wir zurück zu der Thatsache, welche bei Betrachtung der Strandlinienliste (vgl. oben S. 17) so augenfällig uns entgegentrat, zu der so ungleichen Vertheilung dieser Erscheinung längs der norwegischen Küste. Auf der ganzen Strecke vom Skonevikfjord bis zum Varangerfjord findet sie sich, aber im Norden ungleich häufiger und besser als im Süden, und für den Strich vom Skonevikfjord um Cap Lindesnes herum bis zum Christianiafjord hat noch gar Niemand von ehemaligen Strandlinien in anstehendem Fels gesprochen. Wie wir aber schon oben darauf hinwiesen, daß die Küsten und Inseln Norwegens durchaus nicht gleichmäßig darauf hin angesehen worden sind, so müssen wir hier ganz besonders darauf aufmerksam machen, daß gerade dieser südlichste Theil am allerwenigsten bisher in dieser Beziehung untersucht wurde. Namentlich hat auch Mohn im Jahre 1875 hier nicht gesucht. Ist die von uns vertheidigte Erklärung der ehemaligen Strandlinien als Wirkung der Meereserosion richtig, so müssen dieselben auch hier gebildet worden sein, denn auch dieser Theil des Landes ist, wie die fossilen Einschlüsse der Terrassen beweisen, in jüngster geologischer Zeit (etwa 600 norweg. Fuß hoch) aus dem Meere emporgestiegen, und überhaupt bekunden die jüngsten geologischen Bildungen längs der ganzen norwegischen Küste eine wesentliche Gleichartigkeit dieses letzten Abschnittes der geologischen Geschichte des Landes. In der That fehlt auch durchaus nicht etwa jede Spur von Strandlinien aus dieser Gegend, denn wir wissen in der That nicht, wie wir das interessante Vorkommniß anders auffassen sollen, welches Sexe in seinem Universitätsprogramm „Ueber Riesentöpfe und alte Strandlinien in festem Fels" von dem Brufjeld an der Südostseite der Mündung des Sireelv (58° ca. 17′ n. Br.) beschreibt und abbildet. 60 norw. Fuß (18,8 m) hoch über dem Meere sieht man hier in ziemlicher Länge an einer steil zur See abfallenden Gabbrowand einen horizontalen Absatz laufen, dessen Breite einige Fuß beträgt, und an dessen Rückwand eine ganze Menge — die Abbildung zeigt deren sieben — in horizontaler Reihe neben einander liegender riesentopfähnlicher Höhlungen in den Fels hinein laufen. Ihre Längsrichtung ist horizontal, ihr Querdurchschnitt hat die Form einer Ellipse, deren große Axe ebenfalls horizontal liegt. Mit ihrem niederen Rande berühren sie die Ebene der Horizontalbank und zeigen sehr regelmäßige Formen. Die größte dieser Höhlungen reicht 25 Fuß (7,8 m) in den Fels hinein und hat an der Mündung einen Querschnitt von 25 Fuß in horizontaler und 11 Fuß (3,5 m) in verticaler Richtung. Daß bei der Bildung Steine verwendet wurden, läßt sich aus der großen Zahl von Rollsteinen schließen, welche sich in einer Felskluft dicht bei den Höhlungen festgerannt haben. Das Meer, welches am Fuße des Felsens 150 Fuß (47 m) tief ist, soll, wenn der Wind stark darauf steht, bis hier hinaufschlagen. Sexe ist der Meinung, daß Gletscher auch dies alles hervorgebracht haben; wir erklären die Horizontalbahn ganz unbedenklich für eine Strandlinie, von der immerhin ein nicht unerhebliches äußeres Stück in der oben erwähnten Weise vom Meere wieder zerstört sein mag. Höhlenbildung hat sicherlich bei der Entstehung der Strandlinien, namentlich in sehr festem Gestein wie hier, eine bedeutende Rolle gespielt, und die hier vorliegenden Höhlungen sind uns gerade ein höchst lehrreiches Beispiel, wie unter schwierigen Verhältnissen Strandlinien gebildet und verbreitert wurden. Hat man sich nur erst einmal mit dem Gedanken vertraut gemacht, daß von der Strandlinie auch ein Theil später zerstört sein kann, so erscheint es durchaus nicht so unglaublich, als Sexe meint, daß hier trotz Brandungswirkung stets eine Anzahl von Rollsteinen auf der Plattform resp. in den Höhlungen liegen blieb. Indem das Meer sie immer aufs neue aufnahm und bald von der einen, bald von der andern Seite gegen die Wände der Höhlungen schleuderte, bildete es diese vornehmlich in beiden Horizontalrichtungen (Länge und Breite) aus, bis die

darüber stehende Felsmasse, allzusehr der festen Basis beraubt, an der Vorderseite der Höhlen niederstürzte und dadurch jedesmal die Horizontalbank verbreiterte[1].

Wenn nun die Annahme wohl berechtigt erscheint, daß die Strandlinien an der ganzen Küste Norwegens einst zahlreich gebildet wurden, und sie gleichwohl in weiten Gebieten nur spärlich vorhanden sind, so bleibt nichts übrig als weiter anzunehmen, daß im Laufe der Zeit ein großer Theil derselben wieder zerstört worden ist. Auf wie mancherlei Art solche Zerstörung vor sich gegangen sein kann, ist oben bereits erörtert; daß aber Häufigkeit und guter Erhaltungszustand im nördlichen Norwegen so auffallend zusammentreffen, weist darauf hin, daß dabei Factoren gewirkt haben müssen, welche dort im Norden sich anders verhalten als in den andern Gegenden. An das Meer können wir darum schon nicht denken, sondern vielmehr an die Athmosphärilien. Nimmt man eine Niederschlagskarte von Norwegen zur Hand, wie sie sich z. B. in Schübelers Werk über die Pflanzenwelt Norwegens oder in Brochs Buch Le royaume de Norvége S. 136 findet, so fällt sofort eine gewisse Beziehung zwischen der Niederschlagsmenge und der Häufigkeit der Strandlinien in die Augen. Wo es am meisten regnet, d. h. auf dem Küstenstrich etwa vom Vorgebirge Stat bis zum Cap Lindesnes, da sind auch die wenigsten Strandlinien gefunden worden, und wo die meisten und best erhaltenen Strandlinien sind, d. h. in der Gegend vom Ofotenfjord bis Hammerfest, da ist auch auf dem ganzen Küstenstrich mit Ausnahme der Gegend von Christiania der geringste Niederschlag. Bergen hat 1,835 m, Tromsö nur 0,513 m jährlichen Niederschlag, also noch weniger als Christiania, das 0,538 m hat[2]. Der Niederschlag mit seinen weiteren Wirkungen ist einer der allermächtigsten geologischen Factoren, namentlich für die Zerstörung der Felsen, und daß hier nur ein zufälliges Zusammentreffen vorliegen sollte, ist schwer zu glauben. Doch darf nicht verschwiegen werden, daß die Umgebung des Christianiafjords eine Ausnahme zu machen scheint. Da ist nun allerdings abzuwarten, ob hier die Strandlinienreste sich nicht auch noch finden; daß sie sich indeß so nicht finden werden, wie in der Gegend von Tromsö und Hammerfest, kann gar nicht zweifelhaft sein. Auch versteht sich von vornherein, daß, wenn auch die Niederschlagsmenge im ganzen unmöglich ohne Einfluß sein kann, doch in jedem einzelnen Falle eine Verkettung von mancherlei Umständen über die Erhaltung oder Nichterhaltung einer Strandlinie entscheiden wird. Ob die Strandlinie auf der Wetterseite liegt oder auf der Leeseite, wie das Gestein zusammengesetzt und gelagert ist, wie sich die Bergwässer an der betreffenden Stelle verhalten, und auch die Temperatur und die Dauer der Schneebedeckung — alles das wird mit einwirken. Langdauernde Schneebedeckung wirkt jedenfalls schützend und erhaltend, weil sie, ohne selbst zu zerstören, den Hauptfeind, die Athmosphärilien abhält. Daß sie am Kattegat und Skagerrak wie am Christianiafjord viel kürzer währt als im Stift Tromsö, und daß also von dem Niederschlag dort ein viel größerer Theil als Regen zerstörend wirken kann als hier, mag mit dazu beigetragen haben, trotz des in beiden Gegenden annähernd gleichen Niederschlages die zerstörende Wirkung dort zu erhöhen. Ueberhaupt müßte man zu näherer Erörterung dieser Frage Beobachtungen über den bloßen Regenfall daneben haben. Solche indeß stehn uns nicht zu Gebote.

Es lag nicht in der Absicht vorliegender Arbeit, die complicirte Frage mit zu erörtern, in welcher Weise, welchem Grade u. s. w. die Hebung Norwegens vor sich gegangen sein mag. Dazu reicht die Betrachtung der Strandlinien im anstehenden Fels nicht aus, sondern die ganze Unzahl mariner und fluvio-

---

[1]) In der in Aussicht gestellten erweiterten Bearbeitung unsres Gegenstandes werden wir auch auf diesen Fall eingehender zurückkommen. — Eine Abbildung findet sich übrigens auch in dem für die Pariser Weltausstellung gearbeiteten Werke von Prof. O. J. Broch, Le royaume de Norvége et le peuple norvégien, Christiania 1878, S. 126.

[2]) Broch, Le royaume de Norvége, Annexes p. 23.

mariner Terrassen hätte da mit hereingezogen werden müssen; und dieser letzteren sind dabei um so wichtiger, als sie sich einmal an der ganzen Küste des Landes finden und viel besser bekannt sind, andrerseits aber durch ihre fossilen Einschlüsse den einzigen sicheren Anhalt zur Bestimmung gleichzeitiger Niveaus geben können. Gleiche Höhe über dem Meeresspiegel wird immer als ein bedeutsames Factum zu betrachten sein; ein Beweis gleichzeitiger und gleichmäßiger Hebung aber liegt darin nicht. Denn das ist gewiß nicht so ohne weiteres abzuweisen, daß nicht die Hebung des Landes auch in der jüngsten geologischen Epoche für verschiedene Stellen eine sehr verschiedene gewesen sein könnte, wenn auch Bravais' Zusammenstellung in dieser Beziehung den Stempel der Willkürlichkeit deutlich auf der Stirn trägt. Sind doch die Wellen und Falten von ehemals horizontalen Schichten aus früherer Zeit vorhanden, und ist es doch undenkbar, daß ein ganzes großes Land wie Norwegen gehoben werde gleich einer Tischplatte.

Solche gleichzeitige Niveaus mit Hülfe der Conchylieneinschlüsse der Terrassen über die ganze norwegische Küste hin festzustellen scheint uns ein Haupterforderniß, um über die Modalität der Hebung ein Urtheil zu gewinnen. Sollen aber die Strandlinien zu dieser Sache mitsprechen, so ist auch noch eine andere Frage zuvor zu beantworten: Stammen die alten Strandlinien sämmtlich aus der letzten geologischen Periode her? Daß Norwegen auch vor der Eiszeit erhebliche Niveauschwankungen erlitten hat, weiß man aus den Kohlenbildungen auf Andö, und wenn die Erklärung der Strandlinien durch Meereswirkung richtig ist, so dürften wohl zu allen Zeiten analoge Bildungen vorhanden gewesen sein. Sexe fand in der Osterfjordlinie Glacialstreifung, und wir haben kein Recht, etwa darum, weil diese Beobachtung vereinzelt dasteht, ihre Genauigkeit anzuzweifeln. Die Streifung ging nicht horizontal, sondern fjordauswärts geneigt, und danach müßte die Strandlinie älter sein als der Gletscher, der seinen Namen darauf schrieb. Wir haben, wie wir oben gezeigt, von den Gletschern, selbst denen der Glacialzeit, in Bezug auf Erosion keine zu hohe Meinung; es scheint uns nicht undenkbar, daß ein Gletscher eine ehemalige Strandlinie in anstehendem Fels schon vorfand und nicht im Stande war, sie zu vernichten.